Lane Medical Library

Ueber

Spaltung von Glycosiden durch Schimmelpilze.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Andre Brunstein

aus Everswinkel.

Tag der mündlichen Prüfung: **28. Juni 1900.**

CASSEL.

Druck von Gebr. Gotthelft, Königl. Hofbuchdruckerei.

1900.

Ueber

Spaltung von Glycosiden durch Schimmelpilze.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Andre Brunstein

aus Everswinkel.

Tag der mündlichen Prüfung: **28. Juni 1900.**

CASSEL.

Druck von Gebr. Gotthelft, Königl. Hofbuchdruckerei.

1900.

Separat-Abdruck
aus „Botan. Centralblatt“. 1901.
Bd. LXXXVI.

Seinen Lehrern
in Dankbarkeit gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153716_0271

Einleitung.

Von Jahrzehnt zu Jahrzehnt mehrten sich in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts die Kenntnisse über die Morphologie der Schimmelpilze.

Auf Basis der genauen Kenntniss der morphologischen Eigenschaften vieler Schimmelpilze ging man dann daran, die Physiologie dieser Pilze zu studiren.

Da war es zunächst die am meisten in die Augen springende Thatsache, dass Schimmelpilze auf den verschiedensten Substraten zu leben vermögen, deren Ursache man zu ergründen suchte. Hauptsächlich französische Forscher beschäftigten sich mit der Beantwortung dieser Frage, unter ihnen vorzüglich Bourquelot.[1])

In dem Compt. rend. et mémoires de la Soc. biolog. 1893 tom 5, p. 804 stellt Bourquelot die beiden Hypothesen der Ursache dieser vielseitigen Ernährung der Schimmelpilze — hier speciell die Umwandlung der Glycoside durch Baumpilze — einander gegenüber mit den Worten:

„Parmi ces hypothèses, il en est deux sourtout qui ce partagent l'opinion. D'après l'une, le champignon sécrèterait une acide capable de dissoudre la substance du bois, ou tout au moins de la désagréger; d'après l'autre il produirait des ferments solubles ayant pour fonction de transformer cette même substance en composés assimilables. Ce qui a donné naissance à la première, c'est l'existance à certains moments, sur le Mycélium des champignons lignocoles d'une sort d'éxsudation acide; quant à la seconde, elle a été formulée par analogie avec ce qui ce passe dans la digestion animale, et aussi en basant sur l'apparence que présentent les tissus envahis par ce mycélium."

Bourquelot neigt der Ansicht zu, dass es Fermente sind, die die Umwandlung der Nährstoffe vermitteln und baute damit auf den Ermittelungen Gayon's und Ducleaux' weiter.

Schon Gayon[2]) und Ducleaux[3]) hatten bei *Aspergillus*

---

[1]) Compt. rend. 1883. p. 1323.
Compt. rend. 1893. tom. 116.
Compt. rend. 1893. tom. 117.
Compt. rend. de la Soc. biolog. 1893. tom 5.
Compt. rend. de la Soc. biolog. 1895. p. 583.
Bullet. de la Soc. mycolog. de Fr. tom 12 und 13.

[2]) Compt. rend. 1878.

[3]) Chémie biolog. 1883.

niger nachgewiesen, dass dieser Pilz ein Invertin ähnliches und ein diastatisches Ferment ausscheidet.

Bourquelot wies dann ausser diesen Fermenten in *Aspergillus niger* noch Maltase, Trehalase, Inulase, ein Emulsin ähnliches Ferment, später Laccase nach und dehnte seine Untersuchungen aus auf *Penicillium glaucum* und eine Anzahl höher organisirter Pilze.

Diese Fermente nun werden angesehen als Träger der Fähigkeit der Schimmelpilze, sich die verschiedensten Substrate als Nahrung nutzbar zu machen. Ueber die Art und Weise der Ausübung dieser Fähigkeit aber konnte man sich bisher wenig Rechenschaft geben; man kannte hauptsächlich nur die Umwandlung der Zuckerarten auf hydrolytischem Wege.[1])

Als eine weitere Umwandlungs-Art in Folge der Wirkung von Fermenten wies Bourquelot bei einem Fermente — der Laccase — die Fähigkeit nach: oxydirend zu wirken. Bourquelot's diesbezügliche Versuche fussten auf Beobachtungen Schoenbein's, veröffentlicht in den „Verhandlungen der Naturforschenden-Gesellschaft Basel. 1856". Schoenbein hatte nämlich bei *Boletus luridus* und *Agaricus sanguineus* nachgewiesen, dass der Saft dieser Pilze Guajactinctur zu bläuen vermag. An diese Beobachtungen anschliessende Versuche Bourquelot's, im Verein mit Bertrand, ergaben die Gewissheit, dass die meisten der in Untersuchung genommenen (höheren) Pilze, bezüglich deren Macarationen, oxydationsfähige Körper zu oxydiren vermögen.[2])

Ob und in welcher Weise aber die oxydirende Wirkung der Laccase bei der Ernährung der Pilze sich geltend machen könnte? diese Frage steht noch offen. Man hat wohl das Auftreten von Oxalsäure und vor Allem Kohlensäure als Oxydationsproducte bei der Ernährung der Pflanze beobachtet, eine Kenntniss der Phasen aber, die der chemische Ernährungsprocess bis zur Bildung dieser hohen und höchsten Oxydationsproducte zu durchlaufen hat, fehlt gänzlich.

An dieser Stelle möchte ich eine uns hier interessirende Hypothese Kossmann's erwähnen, der leider die Basis ausreichender Versuche und Beobachtungen fehlt. Sie steht im Bulletin de la Soc. chimique, 1877, p. 252; ihr wesentlicher Theil lautet im Originaltext:

„D'après les faits précédants, il paraît, que ce ferment ou cette diastase végétale est un principe général, commun a toutes les plantes et qui joue un grand rôle dans la formation des prin-

---

[1]) vide: E. Fischer's Vortrag, abgedruckt in den Berichten der deutschen chem. Ges. 1894. XXVII. p. 2989.

[2]) Compt. rend. de la Soc. biolog. 1895.

Einige weitere Angaben über oxydirende Wirkungen gewisser höherer Pilze finden sich in Bourquelot's Aufsätzen:

„Sur la coloration des tissus et du suc de certains champignons au contact de l'air" und „Sur la présence général, dans les champignons, d'un ferment oxydant agissant sur la tyrosin", schliesslich: „sur le mécanisme de la coloration du chapeau de ces végétaux."

cipes immédiats et leurs métamorphoses dans l'intérieur du tissu organisé; je le regard comme un moteur universel dans la régne végétal, qui se developpe en même temps que la cellule et qui est probablement sécrété par la protoplasma.

L'ebranlement chimique, qui se manifeste dans la décomposition du ferment et qui se communique aux glycosides, n'est pas un fait isolé et spécial au ferment, en éffet, le même fait se répète dans l'action chimique qui s'effectue lors de l'oxydation du fer au contact de l'air et de l'eau."

Das war der Stand der diesbezüglichen Wissenschaft, als K. Puriewitsch-Kiew in dem am 26. Januar 1899 herausgegebenen Hefte X der deutschen botanischen Gesellschaft einen Artikel veröffentlichte über „die Spaltung der Glycoside durch Schimmelpilze".

Puriewitsch stellte Versuche an mit den Schimmelpilzen: *Aspergillus niger*, *Aspergillus glaucum* und *Penicillium glaucum* und den Glycosiden: Helicin, Salicin und Amygdalin; einige Versuche auch mit Arbutin und Coniferin. Die Hauptresultate seiner Arbeiten lassen sich zusammenfassen in Puriewitsch eigenen Sätzen: „Die Schimmelpilze spalten die Glycoside, die ihnen als Nahrung dienen, in Glycoside- und Benzol- bezgl. Phenolderivat. Die Glycose wird vom Mycelium aufgenommen, das Benzol- bezgl. Phenolderivat wird entweder auch aufgenommen oder bleibt in der Lösung, ohne eine weitere Umwandlung zu erfahren. Die Spaltung vollzieht sich unter dem Einflusse von Emulsin." — „Eine Ausnahme bildet das Amygdalin, welches dabei etwas anders zerfällt (als wie unter Einwirkung von Emulsin) und zwar ähnlich der Spaltung durch Alkalien und mittels Invertin." — „Die Spaltung des Helicins bietet ein interessantes Beispiel für die physiologische Thätigkeit der Pflanze, deren Folge der Tod des Organismus ist." Im Gegensatze zu letzterer Beobachtung steht die Beobachtung Puriewitsch, „dass die Sporen von *Aspergillus niger* auf Helicinlösung keimten und Mycelien bildeten".

Im nun folgenden „Praktischen Theil" meiner Arbeit werde ich auf diese Sätze und andere Ausführungen Puriewitsch' zurückkommen und versuchen, durch eigene Beobachtungen die seinigen entweder zu bestätigen und zu modificiren oder aber eine andere Erklärung des Beobachteten zu geben. — Auch werde ich nach Möglichkeit zu den Resultaten früherer Forschung Stellung nehmen.

Praktischer Theil.

Die Versuche wurden angestellt mit den Schimmelpilzen:

Aspergillus niger;
Aspergillus Oryzae;
Aspergillus Wentii;
Aspergillus glaucus;
Penicillium glaucum;

Botrytis cinerea;
Monilia candida;
Mucor Mucedo;
Mucor spinosus;
Mucor stolonifer;
Thamnitium elegans;
Phycomyces nitens;
Amylomyces Rouxii;
Dematium pullulans;

doch zeigten sich die letzteren wenig geeignet zur Ausführung von Versuchen und diese wurden daher bei einer Anzahl Versuchen unbeachtet gelassen.

Gearbeitet wurde nur mit Reinculturen. Dieselben wurden von dem Gelatinesubstrat, auf dem sie sich befanden, auf sterilisirtes gelatinöses Pflaumenmus übertragen und von diesem auf die Nährlösungen übergeimpft.

Als Nährflüssigkeit diente mir in den meisten Fällen Raulin'sche Lösung, der in einigen Versuchen Pepton und eine grösser als vorgeschriebene Menge Candiszucker zugesetzt wurde. — Die bei einigen Versuchen angewendete, als „anorganische Nährlösung" bezeichnete Flüssigkeit enthielt in 1 Liter Wasser:

1,16 g KH_2PO_4.
1,16 g KNO_3.
4,65 g $Ca(NO_3)_2$.
2,33 g $MgSO_4$.
0,7 g NaCl.
10 g NH_4NO_3.

Das Impfen auf Pflaumenmus-Culturen, sowie auf die Nährlösungen geschah in einem eigens dazu eingerichteten „Sublimatkasten", dessen Glaswandungen vor jedesmaligem Impfen mit 1‰ Sublimatlösungen abgewaschen wurden. Der von den übrigen Arbeitsräumen des Instituts abgesonderte Raum, in dem sich der Sublimatkasten befand, wurde vor jedesmaligem Impfen durch Sprengen von Wasser und gründliches Auswaschen von Pilzkeimen möglichst gesäubert. Geimpft wurde mit Hilfe eines Platindrahtes, der vor jedesmaligem Gebrauche ausgeglüht wurde.

Die Menge der Lösung für jedes Culturgefäss betrug durchgängig 25 ccm. Die Gefässe selbst waren Erlenmeier'sche Kölbchen von meist 100 ccm Inhalt; dieselben waren zuvor mit 25% Salzsäure ausgewaschen und sterilisirt

Die Temperatur, bei der die meisten Culturen erzogen wurden, war eine Zimmertemperatur von 17 – 20° C; doch wurden eine Anzahl Culturen bei 30° C erzogen.

Von der grossen Zahl bekannter Glycoside konnten nur wenige zu meinen Versuchen Verwendung finden: nämlich nur diejenigen, deren Spaltungsproducte durch chemische Reagentien gut nachweisbar sind. Das sind: Helicin, Salicin, Arbutin, Amygdalin, z. Th. auch Coniferin und myronsaures Kalium. Auch mit Saponin und Glycerrhizin stellte ich einige Versuche an.

Eine Charakteristik der chemischen Eigenschaften dieser Glycoside und ihrer Spaltungsproducte möge hier Platz finden, da ich auf diese Reactionen im Laufe meiner Arbeit häufig zurückkommen werde.

Helicin $C_6H_{11}O_5 . OC_6H_4 . OCH + {}^3/_4 H_2O$ ist das Glycosid des Salicylaldehydes und wird durch Emulsin und verdünnte Säuren gespalten in Dextrose und Salicylaldehyd $= C_6H_{12}O_6 + C_6H_4 < \begin{matrix} OH. \\ COH. \end{matrix}$

Das Salicylaldehyd zeichnet sich aus durch seinen charakteristischen Geruch. Mit Ferrichloridlösung giebt es Violettfärbung, die beim Schütteln mit Chloroform verschwindet. Durch Oxydation geht es über in Salicylsäure $C_6H_4 < \begin{matrix} OH. \\ COOH. \end{matrix}$ Diese giebt mit Ferrichlorid Violettfärbung, die beim Schütteln mit Chloroform oder Aether nicht verschwindet. Mit $CuSO_4$-Lösung giebt Salicylsäure beim Kochen schöne grüne Färbung.

Salicin $C_6H_{11}O_5 . OC_6H_4 . CH_2OH$ ist das Glycosid des Salicylalkohols.

Durch concentrirte Schwefelsäure wird es intensiv roth gefärbt und gelöst; Wasser scheidet aus dieser Lösung einen rothen Niederschlag (Rutilin) aus: Rutilinreaction.

Emulsin spaltet das Salicin in Glycose und Salicylalkohol $=$ Saligenin $= C_6H_4 < \begin{matrix} CH_2OH. \\ OH. \end{matrix}$ Dieses giebt mit concentrirter H_2SO_4 ebenfalls intensiv rothe Färbung. Ferrisalze färben seine Lösung indigoblau (Salicin färbt sich damit braun).

Arbutin $C_{12}H_{14}O_3 \begin{matrix} —O . C_6H_4OH \\ —O . C_6H_4 . O . CH_3 \end{matrix}$ färbt sich mit Ferrichlorid roth-violett. Emulsin zerlegt es in Dextrose und Hydrochinon:

$$C_{12}H_{16}O_7 + H_2O = C_6H_6O_2 + C_6H_{12}O_6.$$

Hydrochinon $C_6H_4(OH)_2$ wird durch Ammoniak rothbraun gefärbt. Es reducirt ammon. Silberlösung. Ferrichlorid färbt seine Lösung grünlich (Chinhydron); die Farbe verschwindet bei weiterem Zusatze von Ferrichlorid, weil sich das Oxydationsproduct des Hydrochinon, das Chinon, bildete; dieses zeichnet sich aus durch seinen penetranten Geruch.

Amygdalin $C_6H_7(OH)_4 . O . C_6H_7O(OH)_3 . OCH < \begin{matrix} C_6H_5 \\ CN \end{matrix}$ ist das Nitril der Amygdalinsäure. Bei Einwirkung von Emulsin oder verdünnten Säuren wird es gespalten in Zucker und Cyanhydrin $CHOH < \begin{matrix} C_6H_5 \\ CN \end{matrix}$ Dieses zerfällt beim Erhitzen in Blausäure und Benzaldehyd und trägt den Geruch der Blausäure. Bei der Oxydation geht Cyanhydrin über in Mandelsäure $C_6H_5CHOH . COOH$.

Die Mandelsäure wird aus ihren, nicht zu verdünnten Lösungen durch Blei- und Silbersalze als weisser Niederschlag gefällt.

Coniferin $C_6H_4O_5 . O . C_6H_3 (O . CH_3) . CH . CH_3COH$ ist das Glycosid des Coniferylalkohols. Es wird durch concentrirte H_2SO_4 charakteristisch dunkelviolett gefärbt; die Farbe geht bei Zusatz von Wasser in indigoblau über.

Durch Emulsin wird Coniferin gespalten in Glucose und Coniferylalkohol, welch' letzterer mit Aether extrahirt schöne, weisse, reine Krystalle giebt.

Myronsaures Kalium ist das Kalisalz des frei nicht existenzfähigen Glycosides Myronsäure. Bei Einwirkung von Myrosin, eines im Senfsamen enthaltenen Fermentes, wird es gespalten in Glycose, Kaliumsulfat und Allylsenföl

$$= C_6H_{12}O_6 + KaHSO_4 + C_3H_5CSN.$$

Von den übrigen, im Pflanzenreiche vorkommenden Glycosiden giebt es keines, dessen Spaltungsproducte sich scharf erkennen lassen; umsoweniger lassen sich bei ihnen die Veränderungen der Spaltungsproducte erkennen. Um wenigstens die Analogie in der Zuckerabspaltung bei ihnen zu constatiren und um zu sehen, ob sie sich als Nährmittel gleicherweise zu Schimmelpilzen verhielten, wie obige Glycoside, habe ich mit zweien derselben, dem Saponin und Glycerrhizin, eine Anzahl Versuche ausgeführt.

Saponin wird aus seinen Lösungen durch Bleiacetat weiss gefällt. Fehling'sche Lösung wird allmählich schwach reducirt. H_2SO_4 löst mit rothgelber, allmählich roth, dann violett werdender Farbe.

Durch Kochen mit verdünnten Säuren wird es langsam in Glycose und Sapogenin gespalten. Von den für Sapogenin angegebenen Reactionen ist keine für meine Versuche scharf genug.

Glycerrhizin giebt mit H_2SO_4 rothbraune Färbung, Wasser scheidet aus dieser Flüssigkeit graubraune Flocken aus. Durch Emulsin ist Glycerrhizin nicht zerlegbar, wohl aber durch verdünnte Säuren, und zwar in Glucose und Glycyrretin.

Von den genannten Glycosiden stellte ich fast ausnahmslos 1% Lösungen her — nur myronsaures Kalium kam seiner Kostbarkeit wegen in 0,5% Lösung zur Anwendung — und liess auf sie Mycelien und Sporen von Schimmelpilzen einwirken. Durch Reagentien stellte ich dann die Veränderungen fest, die durch die Thätigkeit der Pilze im Substrate hervorgerufen wurden. Als Zuckerreagenz diente mir Fehling'sche Lösung, die jedesmal frisch gemischt wurde. Die Gegenwart anderer Abspaltungen der Glycoside wurde durch oben angegebene Reactionen nachgewiesen.

Helicin.

Um zunächst die Frage zu beantworten: wie wirken voll entwickelte Pilzmycelien auf Helicinlösung ein?, zog ich eine Anzahl Pilze auf einer Raulin'schen Nährflüssigkeit, der 1% Pepton und 5% Traubenzucker zugesetzt war. Als die Pilze hinreichend herangewachsen waren — es verging darüber bei

einigen Pilzen ein Zeitraum von 10—14 Tagen, während andere schon nach 3—5 Tagen schöne Mycelien aufwiesen — goss ich die Nährflüssigkeit ab. Die Unterseite der Mycelien spülte ich alsdann dreimal mit sterilisirtem destillirtem Wasser ab, mit der Vorsicht, dass Wasser die Oberseite des Mycels nicht berühre, und untergoss das Mycel alsdann mit 1^0_0 Helicinlösung.

Die ganze Procedur konnte in demselben Kolben vorgenommen werden, in dem die Pilze ausgesäet und gewachsen waren; zudem wurde das Abspülen der Mycelien und das Ersetzen durch vorher sterilisirte Helicinlösung in dem vorher ausgewaschenen Sublimatkasten vorgenommen, so dass also die Infectionsgefahr möglichst vermindert war.

Das Verhalten der Pilzmycelien Helicinlösung gegenüber wird unten für jeden Pilz einzeln geschildert werden.

Um zu erfahren, wie sich die Sporen jener Pilze zu Helicinlösung verhielten, bediente ich mich zweierlei Verfahren.

Nach dem einen Verfahren säte ich Sporen von Schimmelpilzen auf 1% Helicinlösung, der nichts zugesetzt war. Das Glycosid war von der Firma C. Merck-Darmstadt bezogen und daher denkbarst rein.

Mein zweites Verfahren war derart, dass ich mir eine Lösung anorganischer Nährsalze (Vorschrift vide p. 8) herstellte, dieselbe sterilisirte, dann je 20 ccm derselben in meine Versuchskölbchen gab und wiederum sterilisirte. Alsdann wurden 5 ccm vorher sterilisirter 5% Helicinlösung zugefügt und nach nochmaligem Sterilisiren die Pilzsporen auf diese Mischung gesät. Bei Lösung I war also das Glycosid die einzige Nahrung für die Pilze, bei Lösung II die einzige Kohlenstoffquelle.

Der bei allen Versuchsarten bestgewachsene — allerdings auch von Hause aus kräftigste — Schimmelpilz war

Aspergillus Wentii.

Das Wachsthum dieses Pilzes war ein vielfach besseres, als das der anderen Pilze. Auch war es auffallend, dass *Aspergillus Wentii* in nicht einer Cultur einen Geruch nach Salicylaldehyd zeigte; er stand auch damit im Gegensatz zu den meisten anderen Pilzen.

Die vorher mit organischen und unorganischen Nährmitteln genährten *Aspergillus Wentii*-Culturen hatten ihr Mycel nach dreitägigem Aufenthalte auf 1% Helicinlösung sichtlich vermehrt. Nach sechs Tagen hatten sie die ganze Menge Helicin nicht allein gespalten, sondern auch vollständig verzehrt.

Die nach 6 Tagen angestellten Reactionen zeigten nämlich, dass in der Flüssigkeit, die vom Mycel entfernt worden war, weder Helicin, noch dessen Spaltungsproducte vorhanden waren. Nur ein ganz klein wenig Zucker war noch unverzehrt. Salicylaldehyd war nicht nachzuweisen, ebensowenig dem Salicylaldehyd nahe stehende Verbindungen.

Eine *Aspergillus Wentii*-Cultur setzte ich, nachdem sich dieselbe 48 Stunden auf 1% Helicinlösung aufgehalten, auf Raulin'sche Nährflüssigkeit. Der Pilz wuchs auf dieser und fructificirte gut.

Die Cultur auf reiner Helicinlösung (den Sporen diente also nur Helicin als Nahrung) zeigte schon nach drei Tagen Sporenkeimung und Tags darauf ein ganz kleines fertiles Mycel, das im Laufe der folgenden Tage verhältnissmässig gut wuchs und nach 10 Tagen zwar klein, aber doch bedeutend grösser war, als die gleichbehandelten Culturen anderer Schimmelpilze.

In ähnlicher Weise, nur besser, hatte sich die *Aspergillus Wentii*-Cultur entwickelt, die, ausser mit dem Glycoside, noch mit anorganischen Salzen genährt war. Hier hatte sich nach drei Tagen ein schönes, emerses Mycel gebildet, welches gut fructificirte und in dünner Schicht die ganze Oberfläche der Nährflüssigkeit bedeckte. Trotz der verhältnissmässig guten Entwicklung aber wuchs der Pilz hier nicht mit der Energie, mit der er auf Raulin'scher Lösung gewachsen wäre, zeigte vielmehr nach 21 Tagen noch gute Helicinreaction; der abgespaltene Zucker war verzehrt und auch das Salicylaldehyd umgewandelt.

Nach 30tägigem Stehen war der *Aspergillus Wentii* keiner Cultur gewelkt, alle Exemplare sahen gesund aus. Mit dieser Eigenschaft stand *Aspergillus Wentii* in gewissem Gegensatze zu allen anderen Pilzen — die Erklärung für den Ausdruck „gewisser Gegensatz" werde ich im „Schlusse" dieses Abschnittes geben — auch zu *Aspergillus glaucus*, der mit ihm die Eigenschaft der Geruchlosigkeit in Berührung mit Helicinlösung theilte.

Aspergillus glaucus

stand mir in sehr schwächlichem Exemplare zur Verfügung, er wuchs sogar auf organischer Nährlösung sehr schlecht.

Trotzdem zeigte *Aspergillus glaucus* die Fähigkeit, Helicinlösung zu spalten. Nach sechstägigem Stehen des Mycels auf 1% Helicinlösung war ein grosser Theil des Helicins noch ungespalten, es war aber reichlich Zucker abgespalten. Einen Geruch nach Salicylaldehyd konnte ich nicht bemerken und doch rief Ferrichloridlösung starke Violettfärbung hervor, die auf Zusatz von Chloroform nicht verschwand.

Da Anwesenheit von Salicylaldehyd sich durch seinen Geruch hätte geltend machen müssen, konnte dieses die Violettfärbung nicht hervorgerufen haben; letztere wäre zudem auf Zusatz von Chloroform verschwunden. Es konnte sich also hier nur um die Gegenwart von Salicylsäure handeln. Die Bildung derselben kann ich nur in der Weise erklären, dass das vom Helicin abgespaltene Salicylaldehyd unter dem Einflusse von chemischen Körpern oxydirt wird zu Salicylsäure. Ob nun diese oxydirend wirkenden Körper aus dem Organismus des Pilzes stammen, oder mit Hilfe des lebenden Organismus des Pilzes durch chemische Umwandlung der Nährstoffe extracellular gebildet werden, weiss

ich nicht; Thatsache ist, dass nur unter dem Einflusse des lebenden Organismus oder seiner Absonderungen die Oxydation stattfindet.

Die Culturen von *Aspergillus glaucus*, welche auf reiner Helicinlösung und die auf einer Mischung von Helicinlösung mit der Lösung anorganischer Salze gezogen waren, hatten sich ungemein schwach und spärlich entwickelt. Ein Geruch war bei ihnen nicht zu constatiren, Zucker war abgespalten und (wenigstens theilweise) unverzehrt in der Flüssigkeit geblieben. Salicylaldehyd oder -säure-Reaction erhielt ich weder nach vierzehn, noch nach 21 Tagen, wohl aber sehr starke Reactionen auf unverzehrtes Helicin.

Während bei *Aspergillus Wentii* und *Aspergillus glaucus* bei keiner einzigen Cultur und an keinem Tage ein Salicylaldehydgeruch wahrgenommen werden konnte, bildete

Monilia candida

mit vorübergehend auftretendem Geruche einen Uebergang zu den übrigen, in Untersuchung genommenen Schimmelpilzen.

Ein dünnes Mycel von *Monilia candida* wurde auf 1% Helicinlösung gesetzt. Nach 6 Tagen war *Monilia* ein wenig gewachsen und zeigte schwachen Geruch nach Salicylaldehyd; zugleich gab es starke Reaction. Nach zwei weiteren Tagen war der Geruch verschwunden; die Zuckerreaction war jetzt recht schwach. Der Zucker war also während dieser zwei Tage verzehrt und auch das Salicylaldehyd verbraucht.

Eine weitere, gleichbehandelte und auf Helicinlösung verpflanzte *Monilia*-Cultur war nach 48 Stunden ein ganz klein wenig gewachsen und gab starke Zucker- und Salicylaldehyd-Reaction. Nach mehrmaligem Abspülen mit destillirtem Wasser wurde dieses Mycel auf Raulin'sche Lösung zurückversetzt. Es lebte und hatte sich nach 48 Stunden weiter entwickelt.

Die Sporen der auf Helicinlösung + anorganischer Salzlösung ausgesäten *Monilia candida* keimten nach 6 Tagen, während die auf reine Helicinlösung ausgesäten erst nach 12 Tagen mikroskopische Keimung aufwiesen. Bei der letzteren Cultur liess sich nach 20 Tagen ein Aldehydgeruch wahrnehmen. Beide Culturen hatten ein kleines Theil Helicin gespalten. Die abgespaltenen Theile wurden allmählich verzehrt, wie erst eintretende, nach acht Tagen jedoch fehlende Reactionen bewiesen. Der unberührt gebliebene Theil Helicin wurde später nicht mehr angegriffen.

Ebenfalls einen Uebergang bildeten *Mucor stolonifer* und *Mucor Mucedo*. Diese hatten mit *Aspergillus Wentii* und *Aspergillus glaucus* gemeinsam, dass sie, auf Helicinlösung gebracht, einen Aldehydgeruch nicht wahrnehmen liessen. Sie unterschieden sich von diesen dadurch, dass ihr Mycel sehr rasch welkte und unter dem Einfluss von Helicin anscheinend ertödtet wurde.

Das von der organischen Nährflüssigkeit auf 1% Helicinlösung gesetzte Exemplar von

Mucor stolonifer

war kräftig entwickelt und trieb zahlreiche Fruchtträger in die Höhe.

Schon nach zwei Tagen begannen diese Fruchtträger zu welken; nach 5 Tagen waren alle Sporangienträger auf das Mycel gesunken. Die ehemals Helicin enthaltende Flüssigkeit zeigte weder Reaction auf Helicin, noch auf Salicylaldehyd und Zucker, wohl aber deutliche Salicylsäure-Reaction. Nach fünf Tagen also war Helicin nebst seinen Spaltungsproducten verzehrt; das Salicylaldehyd war zu Salicylsäure oxydirt.

Mucor stolonifer ähnlich verhielt sich

Mucor Mucedo.

Die auf reine 1% Helicinlösung und auf Helicinlösung und anorganische Salzlösung ausgesäten Sporen von *Mucor*-Arten hatten nicht gekeimt.

Die nun folgenden Schimmelpilze hatten das eine gemeinsam, dass bei ihnen ein mehr oder minder starker Salicylaldehydgeruch auftrat, wenn man ihre Mycelien oder auch Sporen mit Helicinlösung in Verbindung brachte.

Aspergillus niger.

Zunächst wählte ich zur Beobachtung drei Exemplare dieses Pilzes, von denen 2 auf Raulin'scher Nährflüssigkeit erzogen waren, das dritte auf einer Nährlösung anorganischer Salze, der 1% Pepton und 5% Zucker zugesetzt waren. Die Raulin'schen Culturen unterschieden sich dadurch von der Pepton-Cultur, dass erstere ein starkes, weisses Mycel aufwiesen, während die Pepton-Cultur ein dünnes, hautartiges, aber gut fructificirendes Mycel zeigte. Letztere und eine Raulin-Cultur wurden auf eine 1% Helicinlösung gesetzt, die zweite Raulin-Cultur auf destillirtem Wasser. Nach Verlauf von zwei Tagen schien das Wachsthum der Culturen, ausser der auf H_2O befindlichen, sistirt. Eine Vermehrung des Mycels konnte nicht bemerkt werden, wohl aber trat starker Geruch nach Salicylaldehyd auf. Einen wesentlichen Unterschied zeigten die auf Raulin'scher Lösung erzogenen beiden Mycelien: Das auf Wasser befindliche hatte sein Mycel zwar nicht wesentlich vermehrt, fructificirte aber stark, während das auf Helicin gesetzte Mycel gar keine Vermehrung seiner Masse aufwies und noch vollständig weiss war, ebenso weiss war es noch nach 5 weiteren Tagen. Ebensowenig hatte sich die Pepton-Cultur nach Ablauf von 7 Tagen vermehrt. Ich entfernte nun die Flüssigkeiten von den Mycelien. Die ehemals nur aus destillirtem Wasser bestehende Flüssigkeit reagirte stark sauer. Die Flüssigkeit der auf Helicinlösung gesetzten Cultur reagirte viel weniger sauer, roch stark nach Salicylaldehyd und gab sehr starke Zuckerreactionen. Alles Helicin war, wie die entsprechende Reaction zeigte, gespalten, Zucker und Salicylaldehyd aber, die Spaltungsproduct nicht verzehrt.

Auch die Pepton-Cultur von *Aspergillus niger* hatte sämmtliches vorhandene Helicin gespalten; auch hier constatirte ich deutlichen Aldehydgeruch und starke Zuckerreaction.

Von den beiden Raulin-Culturen stellte ich das Gewicht ihrer Trockenmycelien fest. Die Flüssigkeit wurde von den Mycelien möglichst abgegossen und diese alsdann bei einer Temperatur von 105° C getrocknet. Das Gewicht des Trockenmycels der auf Helicinlösung gesetzten Cultur betrug 0,3 g, das der auf Wasser befindlich gewesenen Cultur 0,44 g.

Bei den oben beschriebenen Versuchen, die mit *Aspergillus Wentii* und *Mucor stolonifer* angestellt waren, hatte sich gezeigt, dass der eine Pilz durch Helicinlösung ertödtet wurde, der andere aber sich mit den Spaltungsproducten des Helicins zu ernähren vermochte. Bei *Aspergillus niger* constatirte ich nun, dass ein solches verschiedenartiges Verhalten bei ein und demselben Pilze vorkommen kann. Culturen verschiedener Ernährung und Stärke wurden auf Helicinlösung gesetzt. Bei den schwächeren bemerkte ich sehr bald ein Welken und Zusammenschrumpfen der Mycelien, während kräftige Exemplare ihr Wachsthum nur sistirten, ohne zu welken oder gar ertödtet zu werden. Jedoch wurden auch kräftige *Aspergillus niger*-Culturen zum Welken gebracht, wenn eine grosse Menge des Glycosides bezüglich seiner Spaltungsproducte vorhanden waren.

Der Tod des Organismus scheint mir darum erst einzutreten, wenn eine bestimmte Menge des Glycosides in seinen Spaltungsproducten auf das Pilzmycel einwirken kann. Ein schwacher Organismus scheint diese Wirkung zu unterstützen, ein kräftiges Exemplar ihr zu widerstehen.

Auf unvermischter Helicinlösung hatten sich Sporen von *Aspergillus niger* nicht entwickelt, wohl aber auf einer Helicinlösung, die anorganische Nährlösung enthielt. Nach 12 Tagen begann hier die Keimung und mit ihr trat Salicylaldehydgeruch auf. Nach dreissig Tagen hatte *Aspergillus niger* ein kleines submerses und minimales emerses Mycel aufzuweisen, war also, gleich den meisten anderen Pilzen, nur ganz wenig entwickelt.

Auftreten von Salicylaldehydgeruch und eine deutliche Zuckerreaction bewiesen, dass trotz der Kleinheit des Mycels Spaltung eines Theiles Helicin eingetreten war. Die anfangs emporragenden Sporangienträger waren später beigefallen.

Penicillium glaucum

stand mir in wenig kräftigen Exemplaren zur Verfügung. Ein weisses dünnes Mycel dieses Pilzes setzte sich auf 1% Helicinlösung. Nach 6 Tagen war das Mycel nicht im mindesten gewachsen, hatte aber das Helicin, wenigstens z. Th., gespalten, denn darauf wiesen starker Salicylaldehydgeruch und gute Zuckerreaction hin.

Die Sporen von *Penicillium glaucum*, auf unvermischte Helicinlösung ausgesät, keimten nach drei Tagen; nach sieben Tagen hatte sich ein kleines submerses und emerses Mycel ge-

bildet. Dem Kolben entströmte deutlicher Aldehydgeruch; dieser Geruch stand im Einklang mit einer starken chemischen Salicylaldehyd-Reaction; auch Zucker war reichlich vorhanden. Vierzehn Tage später erhielt ich noch starke Zucker-Reaction, nicht aber Aldehyd-Reaction. Der Geruch war vollständig geschwunden.

Die auf eine mit anorganischen Salzen versetzte Helicinlösung gebrachten Sporen von *Penicillium glaucum* keimten bereits nach vier Tagen, die Entwicklung des Mycels war eine recht schwache. Der Geruch nach Salicylaldehyd trat hier am fünften Tage auf und hielt sich bis gegen den 18. Tag, dann war er verschwunden und mit ihm die chemische Reaction auf Salicylaldehyd. Die Zucker-Reaction war auch hier nach 21 Tagen ebenso stark, wie nach 14 Tagen.

Salicylsäure habe ich bei beiden Culturen nicht nachweisen können.

Aspergillus Oryzae.

Ein dünnes, soeben fructificirendes Mycel wurde auf 1% Helicinlösung gesetzt. Nach zwei Tagen war das Wachstum sistirt, nach 6 Tagen sah das Mycel welk aus und war anscheinend ertödtet, ohne dass es sich im geringsten vermehrt hätte. Die Flüssigkeit, vom Mycel entfernt, zeigte starken Aldehydgeruch, starke Zucker Reaction und sehr gute Salicylaldehyd-Reaction; Salicylsäure war wahrscheinlich vorhanden, konnte aber mit voller Bestimmtheit neben Salicylaldehyd nicht nachgewiesen werden.

Um so interessanter sind die Aufschlüsse, die mir eine andere kräftigere *Aspergillus Oryzae* Cultur gab. Das Mycel derselben war ebenfalls organisch genährt und gut entwickelt auf Helicinlösung gesetzt. Nach 24 Stunden war starker Aldehydgeruch bemerkbar. Nach 48 Stunden wurde die Flüssigkeit, die zuvor aus Helicin und Wasser bestanden hatte, entfernt und auf Zucker geprüft Sie gab starke Zuckerreaction. Die Gegenwart von Salicylaldehyd war erkennbar an der starken Violettfärbung, die bei Zugabe von Ferrichlorid entstand; diese Violettfärbung verschwand aber nur zum kleineren Theile beim Schütteln mit Chloroform, ein Zeichen, dass reichlich Salicylsäure vorhanden war. Um sicher zu gehen, kochte ich meine Flüssigkeit mit Kupfersulfatlösung. An dem Auftreten einer schön grünen Färbung erkannte ich, dass nur Salicylsäure obige Reaction veranlasst haben konnte. Um noch mehr Gewissheit zu haben, machte ich Gegenreactionen mit Salicylsäurelösung, Salicylaldehydlösung und deren Mischungen und sah, dass diese Reactionen genau mit den vorher genannten übereinstimmten.

Die Gegenwart von Salicylsäure war also deutlich erwiesen. Doch schon folgenden Tages stellte sich beim Wiederholen der Reactionen heraus, dass Salicylsäure nicht mehr vorhanden war; sie musste weitere Umwandlungen erfahren haben.

Das stärkere Mycel von *Aspergillus Oryzae* pflanzte ich nach 48stündigem Aufenthalte auf Helicinlösung auf Raulin'sche Lösung zurück. Es erholte sich nicht, blieb vielmehr welk, wie es war.

Auf unvermischter Helicinlösung waren die Sporen von *Aspergillus Oryzae* nicht angegangen, wohl aber auf jener Nährlösung, die ausser Helicin noch anorganische Salze enthielt. Dort keimten die Sporen nach 6 Tagen und liessen allmählich ein verhältnissmässig gutes, submerses Mycel entwickeln. Starke Reaction auf Zucker und Salicylaldehyd zeigten nach 14 Tagen, dass eine reichliche Menge Helicin gespalten war. Weder Zucker, noch Salicylaldehyd waren nach weiteren 7 Tagen verzehrt.

Schluss für Helicin.

Alle in Untersuchung genommenen Schimmelpilze hatten die Fähigkeit gemeinsam, das ihnen angebotene Helicin zu spalten.

In der Art der Spaltung zeigten sich wesentliche Unterschiede: während bei *Aspergillus Wentii*, *Aspergillus glaucus* und *Mucor*-Arten kein Geruch nach Salicylaldehyd auftrat, war ein solcher bei *Aspergillus niger*, *Aspergillus Oryzae* und *Penicillium glaucum* sehr stark wahrnehmbar. Einen Uebergang bildete *Monilia candida* mit vorübergehend auftretendem Geruche.

Man könnte aus dem Nichtauftreten des Salicylaldehydgeruches schliessen, dass dieser Körper nicht gebildet würde. Dem widerstreitet aber die Thatsache, dass Zucker abgespalten wird und wo Zucker abgespalten wird, muss wenigstens vorübergehend auch der zum Zucker gehörige Bestandtheil des Glycosides — hier Salicylaldehyd — abgespalten werden.

Ich habe nun die Ueberzeugung gewonnen — und diese wurde durch die Analogie der Versuche der folgenden Abschnitte bestätigt —, dass Salicylaldehyd zwar abgespalten wird, aber „in statu nascendi“ gleichsam durch die Absonderungen des Pilzmycels verarbeitet wird.

Die „Verarbeitung“ des Salicylaldehydes macht das oben erwähnte Beispiel von *Aspergillus Oryzae* klar. Salicylaldehyd wird nämlich durch Einwirkung der Pilzabsonderungen zu Salicylsäure oxydirt und diese betrachte ich als Urheber des Todes des Organismus mancher Pilze. Salicylsäure ist bekanntlich ein Antisepticum und wirkt als solches tödtend auf organisches Leben. Durch besondere Versuche bestätigte ich die Ausübung dieser Fähigkeit gegenüber Schimmelpilzen. Doch auch die Salicylsäure bleibt nicht unverändert; wie wir es bei *Aspergillus Oryzae* sahen, wird sie — und zwar rasch — verzehrt; wozu?, das würde sich sehr schwer verfolgen lassen.

Nun wurden einige Pilze beim Leben auf Helicinlösung getödtet, andere nicht. Dies hat seinen Grund zunächst wohl darin, dass die Widerstandsfähigkeit der Mycelien verschiedener Pilze verschieden ist. Selbst bei ein und demselben Pilze ist der Grad der Widerstandsfähigkeit je nach seiner Ernährung und der Art ererbter Eigenschaften verschieden.

Eine zweite Erklärung des verschiedenartigen Verhaltens lässt sich aus der Beobachtung ableiten, dass die Mycelien derjenigen Schimmelpilze in erster Linie ertödtet werden unter Einfluss von Helicin, bei denen ein Geruch nach Salicylaldehyd nicht auftritt. Wie ich schon vorhin bemerkte, ist Grund vorhanden zu der Annahme, dass auch bei diesen Salicylaldehyd zwar abgespalten, aber sofort wieder verarbeitet wird. Ich nehme an, dass der Process, der sich bei oben beobachteten Culturen von *Aspergillus niger*, *Aspergillus Oryzae* in mehreren Tagen oder Wochen abspielte, hier in wenigen Sekunden zu Ende geführt wird auf Grund einer Verschiedenart oder besser eines intensiveren Grades der Einwirkung der Pilzabsonderungen. Der Process spielt sich eben so rasch ab, dass Salicylsäure nicht in Wirkung treten kann.

Durch Combinationen beider genannter Erklärungsversuche lässt sich schliesslich ein abweichendes Verhalten erklären.

Was wird nun aus dem abgespaltenen Zucker?

Dieser wird vom lebenden Organismus verzehrt, wie das Beispiel von *Aspergillus Wentii* zeigte. Ist die Lebensthätigkeit eines Pilzes aber sistirt, so kann naturgemäss der Zucker nicht verzehrt werden. Er bleibt dann in der Nährflüssigkeit, länger sogar unter Umständen, als das Salicylaldehyd. Dies letztere erkläre ich mir daher, dass die Pilzabsonderungen, einmal in der Flüssigkeit vorhanden, umwandelnd auf Salicylaldehyd, dem chemisch empfindlicheren Körper, einwirken, den Zucker aber unberührt lassen. So erklärt sich die Gegenwart von Zucker bei Abwesenheit von Salicylaldehyd (z. B. bei *Monilia candida* oben!). Meistens allerdings scheint der Zuckerverbrauch Hand in Hand zu gehen mit der Abnahme des Salicylaldehyd-Quantums.

Unvermischte Helicinlösung erwies sich als sehr schlechte Nahrung für Schimmelpilzsporen und ihre Mycelien. Nur wenige Pilz-Sporen, wie die von *Aspergillus Wentii*, *Aspergillus glaucus*, *Penicillium glaucum* und *Monilia* keimten und bildeten ganz kleine submerse Mycelien. Aber so klein auch die Mycelien waren, einen Theil des Helicin vermochten sie doch zu spalten. — Sehr bald stellten die wenigen angegangenen Pilze ihr Wachsthum ein und liessen z. Th. sogar die bereits abgespaltenen Helicintheile unverzehrt.

Etwas besser liessen sich die Schimmelpilze mit einer Mischung aus Helicinlösung und anorganischen Salzen nähren, doch auch hier wies nur *Aspergillus Wentii* ein gutes Mycel auf. Emerse Mycelien hatten nur *Aspergillus Wentii* und *Aspergillus niger*, doch welkten die Fruchtträger des letzteren nach achttägigem Leben.

Helicin beeinflusst also das Wachsthum der meisten Pilze ungünstig und sistirt oder ertödtet deren Lebensthätigkeit.

Salicin.

Als nächstes Glycosid nahm ich das dem Helicin verwandte Salicin in Untersuchung.

Ich ging dabei von dem Gedanken aus, dass, wenn die Absonderungen der Pilzmycelien wirklich oxydirende Eigenschaften besitzen, diese bei Salicin deutlich hervortreten müssten. Salicin ist nämlich das Glycosid des Salicylalkohols, wie Helicin das des Salicylaldehydes ist.

Die oxydirenden Fähigkeiten der Pilzabsonderungen mussten sich hier also in der Weise äussern, dass aus dem Salicylalkohol zunächst Salicylaldehyd wurde; letzteres ist seines charakteristischen Geruches wegen nicht zu verkennen.

Es wurde in derselben Weise und mit derselben Vorsicht gearbeitet, wie bei Helicin. Dieselben Arten von Culturen wurden angelegt; nur wurde darauf verzichtet, Pilzsporen auf eine Lösung anorganischer Salze mit Zusatz von Salicin zu säen, weil die bei Helicin durch diese Culturen erhaltenen Aufschlüsse minimal waren.

Als einer der bestgewachsenen und gegen Salicin widerstandsfähigsten Pilze zeigte sich

Aspergillus Wentii.

Eine mit Raulin'scher Nährlösung, der Pepton und Zucker zugesetzt war, ernährte Cultur von *Aspergillus Wentii* wurde in der oben angegebenen Weise auf 1% Salicinlösung gesetzt. Nach zwei Tagen war die Cultur ein wenig gewachsen. Nach 7 Tagen hatte sich das Mycel weiterhin vermehrt und fructificirte stark. Die unter dem Mycel befindliche Flüssigkeit enthielt nur Spuren von Salicin; Zucker und Saligenin waren nicht vorhanden; ebensowenig waren etwaige Oxydationsproducte des Saligenin nachweisbar. Der Pilz hatte also das Salicin und seine Spaltungsproducte gänzlich umgewandelt bezüglich verzehrt. Das Mycel hatte dabei keinen Schaden gelitten.

Auch die auf 1% unvermischte Salicinlösung ausgesäten Sporen von *Aspergillus Wentii* waren gut gekeimt und hatten ein, wenn auch kleines, so doch gesundes und fruchttragendes Mycel gebildet. Ein Theil des Salicin war gespalten und als Nahrung verzehrt, der grössere Theil jedoch war unzersetzt in der Lösung geblieben.

Weniger gut, wie *Aspergillus Wentii*, gedieh

Aspergillus niger

bei Anwesenheit von Salicin.

Zur Beobachtung wählte ich 4 Culturen, zwei derselben waren auf Raulin'scher Nährflüssigkeit gezogen, die zwei anderen auf peptonhaltiger Nährflüssigkeit.

Während die Raulin-Culturen ein starkes, weisses Mycel aufwiesen, hatten die Pepton-Culturen ein dünnes, aber gut fructificirendes Mycel.

Zunächst setzte ich die Raulin-Culturen auf 1% Salicinlösung und liess sie 48 Stunden auf derselben. Nach Verlauf dieser Zeit waren die Mycelien beider noch unverändert weiss. Die unter den Mycelien befindliche Flüssigkeit gab keine Zucker-

reaction. Die Abwesenheit von Salicin wurde dadurch nachgewiesen, dass einige Tropfen der zu prüfenden Flüssigkeit in concentrirte Schwefelsäure gegossen wurden; ich erhielt eine ganz geringe, rosa gefärbte Ausscheidung; Salicin war also nur in Spuren zugegen, denn grössere Mengen derselben geben einen rothen Niederschlag von Rutilin. — Auf Saligenin geprüft, zeigte die Flüssigkeit blauviolette Färbung; es war also Saligenin vorhanden.

Die eine Cultur liess ich zur weiteren Beobachtung stehen, die Flüssigkeit der anderen ersetzte ich durch destillirtes Wasser. Nach Verlauf weiterer 24 Stunden war die Oberseite der letzteren Cultur mit einer grossen Zahl Sporangien bedeckt, während das auf Salicinlösung verbliebene Mycel nach fünf Tagen noch ebenso weiss war, wie am ersten Tage. Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass Salicinlösung stark hemmend auf die Entwicklung des Pilzes einwirkt.

Mit Ferrichlorid gab jetzt die ehemalige Salicinlösung eine braunviolette Färbung, ein Zeichen, dass Saligenin nicht mehr vorhanden war. Die Violettfärbung verschwand auf Zusatz von Chloroform nicht; es war also mittlerweile Saligenin zu Salicylaldehyd bezüglich Salicylsäure oxydirt.

Noch deutlicher wie hierbei beobachtete ich den Oxydationsprocess bei *Aspergillus Oryzae.*

Die Mycelien der beiden Pepton-Culturen, von denen das eine gut, das andere schwächer entwickelt war, wuchsen in den ersten zwei Tagen gut. Am dritten Tage begann die schwächere Cultur zu welken, während die stärkere nach 6 Tagen noch vollkommen gesund aussah. Die Widerstandsfähigkeit von Pilzmycelien gegen hindernde Einflüsse von gewissen Glycosiden scheint also zu wachsen mit dem Wachsthum des Mycels.

Nach 8 Tagen zeigte die unter dem schwächeren Exemplar stehende Flüssigkeit starke Salicin-Reaction; der abgespaltene Zucker und Saligenin waren nicht mehr vorhanden, wohl aber erhielt ich mit Ferrisalzlösung Violettfärbung. — Das stärkere Exemplar hingegen hatte alles Salicin gespalten und auch Zucker und Saligenin nebst Oxydationsproducten war nicht mehr vorhanden.

Die auf reine Salicinlösung ausgesäeten Sporen hatten sich nach 14 Tagen zu einem kleinen Mycel entwickelt, das ein wenig Salicin spaltete, den grössten Theil desselben aber unberührt liess. Eine Vergrösserung des Mycels nach 30 Tagen war nicht eingetreten.

Ein sehr gutes Beobachtungsobject bot

Aspergillus Oryzae.

Hier wählte ich wiederum verschieden genährte Culturen.

Von zwei, auf peptonhaltiger Raulin'scher Lösung genährten Culturen setzte ich die eine auf 1 pCt. Salicinlösung, die andere

liess ich auf der Mutterflüssigkeit. Nach 2 Tagen zeigten beide Culturen gutes Wachsthum, wenn auch die auf der peptonhaltigen Raulin'schen Lösung verbliebene Cultur bedeutend besser gewachsen war.

Ein Pilz wächst also auf Salicinlösung; er wächst aber bedeutend schlechter, wie auf guter organischer Nährflüssigkeit, jedoch besser wie auf Helicinlösung.

Nach 14tägigem Stehen war die auf Salicinlösung befindliche Cultur verwelkt. Eine während derselben Zeit auf Wasser befindlich gewesene Cultur — die vorher 48 Stunden auf Salicinlösung gestanden hatte — sah gesund aus.

Also auch Salicin vermag den Tod des Pilzorganismus herbeizuführen.

Von 2 weiteren, nur auf Raulin'scher Lösung genährten Culturen wurde die eine auf 1 pCt. Salicinlösung, die andere — also gleichstarke und gleichgenährte Cultur — auf destillirtes Wasser gesetzt. Nach Verlauf von 3 Tagen war die auf Salicin befindliche Cultur besser gewachsen, als die auf Wasser befindliche — bei Helicin war das Umgekehrte der Fall gewesen.

Die Salicinlösung zeigte nach dieser Zeit unverkennbar deutlichen Geruch nach Salicylaldehyd.

Mit diesem Versuche ist der Beweis erbracht, dass dieser Pilz die Fähigkeit besitzt, oxydirend auf chemische Körper zu wirken. Lassen manche chemische Reactionen auch Zweifel aufkommen, so schliesst diese physikalische Reaction jeden Zweifel aus.

Nach 7 Tagen war der Salicylaldehydgeruch fast verschwunden; dieses Mycel lebte noch ebenso gut und stark, als das auf H_2O befindliche, anders aber nach 9 Tagen. Nach dieser Zeit sah das auf der Salicinlösung befindliche Mycel welk und eingefallen aus.

Die Flüssigkeit roch nicht mehr nach Salicylaldehyd, gab dafür aber deutliche Salicylsäure-Reaction. Durch sorgfältiges Reagiren und Anstellen von genau beobachteten Gegenreactionen stellte ich fest, dass nichts anderes, als Salicylsäure die Reaction hervorgerufen haben konnte.

Wir haben an diesem Versuche ein gutes Beispiel dafür, dass das dem Pilze angebotene Glycosid erst gespalten wird und dass das eine Spaltungsproduct, die Glucose, zum Wachsthum des Pilzes Nahrung giebt. Vom anderen Spaltungsproduct, dem Salicylalkohol hier, sehen wir, dass er langsam zu Salicylaldehyd oxydirt wird und dieses weiterhin zu Salicylsäure. Mit der Bildung von Salicylsäure Hand in Hand geht das Absterben des vorher gesunden und kräftigen emersen Mycels.

Die auf 1 pCt. Salicinlösung gesäeten Sporen von *Asperg. Oryzae* hatten sich nach 3 Tagen zu einem, allerdings recht kleinen Mycel entwickelt, welches aber, unter dem Mikroskope betrachtet,

eine normal entwickelte Pflanze mit zahlreichen Sporangien zeigte. Nach 25 Tagen war das Mycel nicht weiter entwickelt, als es nach 3 Tagen gewesen war. Es gab nach dieser Zeit schwache Zucker- und Saligenin-Reaction; Salicin war noch sehr reichlich in der Flüssigkeit vorhanden.

Bei den nun folgenden vier Schimmelpilzen:

Aspergillus glaucus, *Penicillium glauc.*, *Monilia candida* und *Botrytis cinerea* konnte ich Neues in Bezug auf Zersetzung von Salicin nicht constatiren.

Sie alle wuchsen, auf Salicinlösung gebracht, einige Tage und dann schien ihr Wachsthum gehemmt. Am besten von ihnen war *Botrytis*, allerdings nur submers, gewachsen. Dieser Pilz hatte auch die ganze Menge des Glycosides verzehrt, was bei den 3 Anderen nicht der Fall war. — Alle gaben nach 5 Tagen mit Ferrichloridlösung blauviolette Färbung. Bei *Penicillium glaucum* fiel es mir auf, dass dasselbe nach 4 Tagen starke Zuckerreaction und keine Färbung mit Ferrichlorid gab, nach 8 Tagen jedoch starke Blauviolettfärbung, die auf Zusatz von Chloroform nicht verschwand. Zucker war jetzt nicht mehr nachzuweisen.

Die Entwicklung der Sporen genannter Schimmelpilze auf reiner, unvermischter Salicinlösung war eine äusserst dürftige, sodass naturgemäss der grösste Theil des Glycosides unzersetzt bleibt. Ein wenigstens ganz kleines Mycel hatten aber alle Pilze entwickelt, wenn auch einige nur submers.

Interessantere Aufschlüsse gaben die Culturen von

Mucor stolonifer.

In seinem Verhalten gegen Salicinlösung zeigten meine Culturen dieses Pilzes viele Aehnlichkeit mit denen von *Asperg. Oryzae.*

Auch bei *Mucor stolonifer* trat jener charakteristische Salicylaldehydgeruch auf und auch sein Mycel welkte unter dem tödtenden Einflusse von Salicylsäure.

Ich hatte zu meinen Versuchen 2 Culturen gewählt: die eine mit dünnem, noch nicht fructificirendem Mycel, das aber begann, sich in die Höhe auszudehnen; die andere mit starkem, gut entwickeltem, voluminösem, fructificirendem Mycel. Während der ersten Tage wuchsen die Mycelien beider Culturen recht gut; das schwächere fructificirte nach 2 Tagen.

Doch schon nach 3 Tagen begann die schwächere Cultur zu welken, während die stärkere gesund aussah. Nach 5 Tagen begann auch diese letztere einzufallen. Nach 5 Tagen war die schwächere, nach 8 Tagen die stärkere Cultur vollständig verwelkt. Einige Tage vorher hatte die schwächere Cultur deutlichen Salicylaldehydgeruch gezeigt. — Die Flüssigkeiten beider Culturen wurden nun chemisch geprüft. Beide zeigten deutliche Salicylsäurereaction, die der schwächeren jedoch nur sehr gering; dafür haftete dieser aber noch Salicylaldehydgeruch an. — Während das stärkere Exemplar alles Salicin gespalten und den Zucker

verzehrt hatte, hatte das schwächere Exemplar etwas Zucker und den grössten Theil Salicin nach 5 Tagen unverzehrt in der Flüssigkeit gelassen.

Auf 1 pCt. unvermischter Salicinlösung ausgesäete Sporen von *Mucor stolonifer* keimten nicht.

Schluss für Salicin.

Alle, zur Beobachtung herangezogenen Pilze hatten die Fähigkeit, Salicin zu spalten. Als Spaltungsproducte traten stets Zucker und Saligenin auf.

Die bei „Helicin" ausgesprochene Vermuthung: Pilzsecrete veranlassten eine Oxydation des abgespaltenen Benzolderivates — wurde mir bei meinen Versuchen mit Salicin eclatant bestätigt. Der bei einer *Asperg. Oryzae*-Cultur, sowie auch bei einer *Mucor stolonifer*-Cultur auftretende Salicylaldehydgeruch lässt darüber keinen Zweifel mehr aufkommen.

Für den Umstand, dass bei anderen Pilzen kein Geruch nach Salicylaldehyd auftritt, muss ich wiederum als Erklärung das bei Helicin Gesagte anführen: dass nämlich Pilzculturen je nach Ernährung, Grösse und ererbter Anlage verschieden rasch die diesbezügliche Fähigkeit ausüben. Als Beleg für diese Annahme dient mir das Verhalten von *Mucor stolonifer* auf Salicinlösung (s. oben). Beim stärkeren Exemplar trat kein Geruch auf; dieses hatte — wie die angestellten Reactionen beweisen — das Salicin rasch gespalten und verarbeitet. Das schwächere Exemplar hingegen vermochte nur einen Theil des Salicins zu spalten und diesen nur langsam zu verzehren, daher konnte hier während mehrerer Tage Salicylaldehydgeruch bemerkt werden. — Dass auch das stärkere Exemplar vorübergehend Salicylaldehyd gebildet haben muss, geht aus der nach 5 Tagen auftretenden Anwesenheit von Salicylsäure hervor; diese konnte sich nicht anders bilden, als durch Oxydation aus Salicylalkohol zu Salicylaldehyd und darauffolgende Oxydation zu Salicylsäure. Möglich allerdings, dass sich dieser Process in einer Minute abspielte!

Salicin bietet uns ein schönes Beispiel dafür, wie einfach organisirte Pflanzen, wie es die Schimmelpilze sind, hochorganisirte Verbindungen allmählich verarbeiten: von Salicin zu Salicylalkohol zu Salicylaldehyd zu Salicylsäure; und auch diese erleidete rasch Umsetzungen, welcher Art? — das lässt sich schwer verfolgen.

Der aus Salicin abgespaltene Zucker wurde von fast allen Pilzen recht rasch verzehrt. Darin steht Salicin in gewissem Gegensatze zu Helicin. Ich erkläre mir diese Verschiedenheit dadurch dass die Bildung der Salicylsäure bei Salicin erst eine Zeitlang später eintreten kann, als bei Helicin, weil der Weg der Oxydation ein weiterer ist. Bei Helicin wird der Pilz durch bald sich bildende Salicylsäure in seiner Thätigkeit gehemmt und kann dann, krank oder gar getödtet, die dargebotene Glucose nicht verzehren. Bei Salicin hingegen verzehrt der Organismus den Zucker eher, als eine hemmende Beeinflussung seiner Thätigkeit durch Salicylsäure stattfindet. Dass auch bei Salicin nach einer

bestimmten Zeit die Thätigkeit des Organismus aufhören kann, zeigen die angeführten Beispiele von *Aspergillus Oryzae* und *Mucor stolonifer*.

Ist aber die Umsetzung des Salicylalkohols auf Grund grosser Mengen von Pilzabsonderungen eine sehr rasche, so wird auch die gebildete Salicylsäure so rasch wieder umgesetzt, dass sie nicht in Wirkung treten kann. Der Pilzorganismus bleibt in diesem Falle am Leben, wie es uns die *Aspergillus Wentii*-Culturen sowohl bei Salicin als auch bei Helicin zeigen.

An dieser Stelle möchte ich auf einen Satz der Puriewitsch-schen Arbeit[1]) zurückkommen, der bei Gelegenheit der Anführung von Salicinversuchen sagt, dass nach der Spaltung des Glycosides zuerst der Zucker als besserer Nährstoff und dann das Benzolderivat „vom Mycelium aufgenommen" wird.

Nach meinen Erfahrungen muss ich einen wesentlichen Unterschied machen zwischen der Aufnahme von Zucker und von Salicylalkohol in die Pilzzelle. Während der Zucker als Glucose in die Zelle zu diosmiren vermag, muss das Benzolderivat erst eine Reihe von Umwandlungen erfahren, bevor es befähigt ist, in die Pilzzelle aufgenommen zu werden. Uebergangsproducte dieser Umwandlungen sind Salicylaldehyd und Salicylsäure, die beide extracellular gebildet werden. Eine Aufnahme des Saligenin in's Mycel des Pilzes fand bei meinen Versuchen nicht statt.

Auf 1 pCt. unvermischter Salicinlösung ausgesäete Sporen keimten nur bei einer kleineren Zahl von Schimmelpilzen, am besten wohl bei *Asperg. Went.* und *Asperg. niger*. Auch bei diesen bestgewachsenen war die Entwicklung eine äusserst dürftige und wurde bald eingestellt.

Arbutin.

Dem Helicin und Salicin schliesst sich in seiner, das Wachsthum der Schimmelpilze schlecht beeinflussenden Wirkung das Arbutin an.

Arbutin ist das Glycosid des Hydrochinons, eines stark reducirenden Körpers, der bei seiner Oxydation in Chinon übergeht.

Lassen wir zunächst einige Schimmelpilz-Culturen beobachten, die auf peptonhaltiger Raulin'scher Flüssigkeit gezogen waren und auf 1 pCt. Arbutinlösung gesetzt wurden.

Aspergillus niger

wurde mit dünnem, aber stark fructificirendem Mycel auf 1 pCt. Arbutinlösung gesetzt, er zeigte nach 2 Tagen, ebensowenig nach 6 Tagen auch nur das geringste Wachsthum. Nach 9 Tagen war das Mycel noch ebenso, wie es am Tage des Umpflanzens ent-

[1]) Ber. d. d. bot Gesellsch. 1898. Heft X.

wickelt war; die unter ihm stehende Flüssigkeit war geruchlos und gab starke Hydrochinon- und Zuckerreaction, von denen keins nach 3 weiteren Tagen verzehrt war.

Aspergillus Wentii

hatte ein gutes, eben erst fructificirendes Mycel, als es auf Arbutinlösung gesetzt wurde. Es wuchs auf dieser nicht, hatte vielmehr nach 7 Tagen ein welkes Mycel; es war ertödtet. Das angebotene Arbutin war nach Ablauf dieser Zeit anscheinend ganz in Zucker und Hydrochinon gespalten, ein Geruch war nicht zu bemerken.

Aspergillus Oryzae, *Aspergill. glaucus*, *Penicillium glaucum* wurden mit dünnem fructificirendem Mycel auf 1 pCt. Arbutinlösung gebracht. Das Wachsthum Aller kam dadurch sofort zum Stillstand; ihr Mycel hatte aber zuvor das Glycosid wenigstens zum Theil gespalten. Ob ganz? liess sich hierbei schwer feststellen, da alle starke Hydrochinon- und starke Zuckerreaction gaben. Es ist schwer, bei diesem Glycoside Zucker neben Hydrochinon zu unterscheiden, weil Hydrochinon an sich schon die Fehling'sche Lösung reducirt; an Farbenverschiedenheiten kann man — wenn auch nicht mit voller Sicherheit — erkennen, ob Zucker neben Hydrochinon vorhanden ist oder nicht.

Der einzige Schimmelpilz, der submers ein wenig gewachsen schien, war

Botrytis cinerea.

Er war mit gutem, aber submersem Mycel in Arbutinlösung gesetzt und zeigte nach 6 Tagen eine geringe Vermehrung seiner Mycelmasse. Die Flüssigkeit, in der er sich befand, gab nach 6 Tagen starke Zucker- und Hydrochinon-Reaction.

Im Gegensatze zu *Botrytis cin.* sah

Mucor Mucedo,

der mit gutem, starkem, fructificirenden Mycel auf Arbutinlösung gesetzt war, nach 3 Tagen etwas verwelkt, nach 6 Tagen welk aus. Auch er hatte Arbutin in Zucker und Hydrochinon gespalten, verzehrte aber die Spaltungsproducte nicht.

Alsdann säete ich die Sporen von Schimmelpilzen auf 1% unvermischte Arbutinlösung aus. Nach 7 Tagen begannen die Sporen der meisten Pilze zu keimen, nach 14 Tagen wiesen sie ein ganz kleines Mycel auf. Ein emerses Mycel besassen nur *Aspergillus niger*, *Asperg. Oryzae* und *glauc.*, allerdings ein nur ganz kleines; die anderen Schimmelpilze wiesen nur submerse Mycelien auf. Nach Verlauf von 30 Tagen waren die Mycelien nicht grösser, als nach 14 Tagen.

Die Flüssigkeiten sämmtlicher Pilze zeigten mehr oder minder rothbraune Farbe, am meisten *Aspergillus Went.*, *-Oryzae* und *-niger*. Diese Färbung rührt, meiner Ansicht nach, her von der Einwirkung von Ammoniak auf Hydrochinon. Das Hydrochinon entsteht durch Abspaltung aus Arbutin. Woher das Ammoniak stammt, lässt sich schwer sagen. Vielleicht ist es ein Stoffwechsel-

product der Pilze, vielleicht auch reicht der minimale Ammoniakgehalt der umgebenden Luft aus, die Reaction hervorzurufen.

Meine Ansicht, dass die Färbung der Pilzflüssigkeiten von einer Einwirkung von Ammoniak auf Hydrochinon herrühre, wurde bestärkt durch die Thatsache, dass die Flüssigkeiten jener Pilze die stärkste Hydrochinon-Reaction aufwiesen, deren Färbung am meisten rothbraun war.

Nach weiteren 8 Tagen entströmte den Kolben der 3 Pilze, die die stärkste Hydrochinon-Reaction aufgewiesen hatten, ein unangenehmer, an Pferdestall erinnernder Geruch. Dieser Geruch kann nur ausgegangen sein von Chinon, welches mittlerweile aus Hydrochinon oxydirt worden war.

Man wird fragen, warum denn nicht Chinongeruch bei den peptonhaltigen Raulin-Culturen bemerkbar gewesen sei? Der Grund ist folgender:

Bei den Raulin-Culturen wurde die ganze Menge Arbutin innerhalb kurzer Zeit gespalten. Die grosse Menge Hydrochinon, die sich so bildete, brachte das Wachsthum der Pilze sofort zum Stillstande, wenn nicht gar der Tod eintrat, und deshalb konnte eine Absonderung von Oxydation veranlassenden Körpern nicht mehr erfolgen.

Anders bei jenen Culturen, die erhalten waren durch Aussäen von Pilzsporen auf unvermischte Arbutinlösung. Hier spaltete das minimale Pilzmycel nur ganz wenig Arbutin und verzehrte den Zucker — in Folge dessen Wachsthum des Pilzes! — Die Menge des gleichzeitig abgespaltenen Hydrochinons war zu gering, um vorerst die Entwicklung des Pilzes zu hemmen, wurde vielmehr durch Absonderungen des lebenden Pilzes zu Chinon oxydirt.

Nach einiger Zeit wurde dann das Wachsthum der Pilze ganz eingestellt; die grössten Mycelien waren nun fingernagelgross. Bei so kleinem Mycel darf es also nicht Wunder nehmen, dass der Chinon-Geruch nicht sehr intensiv auftrat.

Aspergillus Oryzae, der den Zucker nach 21 Tagen verzehrt hatte, gab nach 12 stündigem Stehen mit Emulsin starke Zuckerreaction ein Zeichen, dass selbst dieser bestgewachsene Pilz einen nur kleinen Theil Arbutin abgespalten hatte.

Schluss für Arbutin.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, dass Arbutin im Grunde genomman ebenso auf die Schimmelpilze einwirkt, wie Helicin und Salicin.

Auch Arbutin wurde durch die Mycelien aller Pilze gespalten; der abgespaltene Zucker wurde, wenigstens von einigen Pilzen verzehrt; das andere Spaltungsproduct, Hydrochinon, wurde zu Chinon oxydirt.

Hier gaben uns diejenigen Culturen die besten Aufschlüsse, die erhalten wurden durch Aussäen von Sporen auf unvermischte Arbutinlösung Ausgewachsene, auf Arbutinlösung gesetzte Mycelien wurden zu rasch getödtet, als dass sie den Umsetzungsprocess hätten verfolgen lassen.

War bei den beiden vorigen Glycosiden die durch Oxydation gebildete Salicylsäure die Ursache des Todes des Organismus des Pilzes, so war es hier das unmittelbare Spaltungsproduct des Arbutins, das Hydrochinon.

Dieses brachte auf Grund seiner Sauerstoff entziehenden Eigenschaft das Leben der Pilze sofort zum Stillstande.

Arbutin übertrifft noch die Giftwirkung von Helicin und Salicin, weil dort der Tod meist erst später, hier aber sofort eintritt.

Daher kommt es, dass Zucker sowohl, als auch Hydrochinon meist unverzehrt und nicht oxydirt in der Lösung bleiben im Gegensatze zum Verhalten von Helicin und Salicin, mit denen Arbutin die Giftwirkung gemeinsam hat.

Das Resultat meiner Arbeiten mit Arbutin läuft somit dem Ergebnisse des Puriewitsch'schen Versuches entgegen, der sagt: „Bei Spaltung von Arbutin durch das Mycel von *Asperg. niger* beobachtete ich nach 5—7 Tagen keine Silber-Reduction mehr; die Flüssigkeit liess nach dem Verdunsten keinen Rest übrig.“ Wenn auch, ebenso wie bei Einwirkung von Helicin und Salicin hinreichend kräftige Exemplare der Giftwirkung des Hydrochinon's besser widerstehen, als obige schwächere Culturen, so ist doch die Wirkung des Arbutin's auf Pilzmycelien eine mindestens ebenso ungünstige wie die des Helicins, geschweige denn die des Salicins.

Amygdalin.

Hatten wir es bisher mit Glycosiden zu thun, die den Tod des Pilzes herbeizuführen vermochten, so lernen wir jetzt im Amygdalin ein Glycosid kennen, welches ohne schädigenden Einfluss den Pilz zu ernähren vermochte.

Wiederum machte ich 3 Serien von Versuchen:

1. zog ich Pilzsporen auf einer Raulin'schen Nährflüssigkeit, der 1 pCt. Pepton und 5 pCt. Zucker zugesetzt war; die abgewaschenen, mehr oder minder gut gewachsenen Mycelien setzte ich dann auf 1 pCt. Amygdalinlösung;
2. impfte ich Sporen von Schimmelpilzen auf unvermischte 1 pCt. Amygdalinlösung;
3. säete ich die Sporen auf eine Lösung anorgan. Salze, die 1 pCt. Amygdalin enthielt.

Die Art der Behandlung war dieselbe, wie sie schon in einem früheren Abschnitte beschrieben steht.

Aspergillus niger,

mit gutem, starkem, zur Hälfte schwarzem Mycel auf 1 pCt. Amygdalinlösung gesetzt, wuchs gut und hatte nach Verlauf von 6 Tagen alles Amygdalin gespalten und die Spaltungsproducte verzehrt.

Ein dünnes, schwaches Mycel von *Asperg. niger*, welches soeben zu fructificiren begann, wurde ebenfalls auf 1 pCt. Amyg-

dalinlösung gesetzt; diese Flüssigkeit gab nach 5 Tagen ebenfalls weder Zucker-, noch Blausäurereaction, wohl aber starke Reaction nach 12stündigem Stehen mit Emulsin. Das schwächere Mycel vermochte also nur den kleineren Theil des angebotenen Glycosides zu spalten.

Bei beiden Culturen bemerkte ich starke Ammoniakreaction; ein Geruch nach Blausäure war an keinem Tage zu bemerken.

Die auf unvermischte 1 pCt. Amygdalinlösung ausgesäeten Sporen von *Asperg. niger* keimten nach 4 Tagen, wurden nach 6 Tagen fertil und hatten nach 20 Tagen ein fingernagelgrosses, meist submerses Mycel entwickelt. Ein Wachsthum desselben fand nicht mehr statt.

Aehnlich verhielten sich die Sporen von *Asperg. niger*, die auf eine amygdalinhaltige Lösung amorgan. Salze gesäet wurden; nur entwickelten sie sich etwas schneller und besser, doch auch sehr mässig.

Bei beiden war der grössere Theil Amygdalin ungespalten geblieben.

Aspergillus Wentii

wurde mit gutem, noch nicht fructificirendem Mycel auf Amygdalinlösung gesetzt. Schon folgenden Tags begann der Pilz, Sporangien zu treiben. Nach 7 Tagen war er bedeutend gewachsen und hatte die Amygdalinlösung umgewandelt zu einer stark ammoniakalischen Flüssigkeit, in der weder Zucker, noch Blausäure nachzuweisen war, und die nur ganz wenig, noch ungespaltenes Amygdalin enthielt.

Die beiden, auf reine Amygdalinlösung und auf anorgan. Salzlösung + Amygdalin ausgesäeten Sporen hatten sich in ähnlicher Weise entwickelt, wie bei *Aspergillus niger*.

Auch bei sämmtlichen *Asperg. Wentii*-Culturen war ein Geruch nach Blausäure nicht zu bemerken.

Von *Aspergillus Oryzae*

wählte ich 2 gleichgrosse und gleich entwickelte Mycelien und setzte das eine auf Wasser, das andere auf 1 pCt. Amygdalinlösung. Nach 2 Tagen hatte das Amygdalinmycel das auf H_2O befindliche im Wachsthum überholt.

Nach 3 Tagen zeigte sich bei der Amygdalin-Cultur Blausäuregeruch; nach 5 Tagen war der Geruch vollständig verschwunden und hatte einem ammoniakalischen Geruche Platz gemacht.

Nach 7 Tagen erntete ich beide Mycelien ein, das Amygdalinmycel wog 0,45 g, das der Wasser-Cultur nur 0,15 g. *Asperg. Oryzae* hatte, mit Amygdalin als einziger Nahrung, sein Mycel bedeutend vergrössert.

Die nach Entfernung des Mycels zurückbleibende Flüssigkeit gab weder Zucker-, noch Blausäure-, noch Amygdalinreaction, hingegen mit Bleiacetat einen weissen Niederschlag, der vielleicht durch Anwesenheit von Mandelsäure hervorgerufen wurde.

Auf unvermischte Amygdalinlösung gesäete Sporen von *Asperg. Oryzae* keimten und bildeten ein zwar kleines, aber emerses Mycel. Vom 10. Tage ab vergrösserte sich nur noch das submerse Mycel.

Die Spaltung des Amygdalin schien sprungweise vor sich zu gehen.

Nach 8 Tagen bemerkte ich ganz schwachen Blausäuregeruch, der nach 2 Tagen durch einen muffigen Geruch verdrängt wurde; eine Zuckerreaction erhielt ich nicht, wohl eine schwache Ammoniakreaction.

Nach 16 Tagen erhielt ich deutliche Zuckerreaction, jedoch keine NH_3 Reaction: Blausäuregeruch war nicht zu constatiren. Nach 21 Tagen trat wieder Blausäuregeruch auf; ich erhielt gleichzeitig starke Zucker- und deutliche NH_3 Reaction.

Es wird also bei diesem Versuche Amygdalin nicht auf einmal gespalten, sondern das kleinere Mycel scheint nach Kräften Amygdalin zu spalten, mit den Spaltungsproducten sein Mycel zu vermehren; dieses vergrösserte Mycel spaltet in unserem Beispiele ein weiteres Theil Amygdalin.

Ein Beispiel von nur einmaliger Spaltung des Amygdalins haben wir an

Penicillium glaucum.

Diesen Schimmelpilz setzte ich mit mässig gutem, nicht starkem Mycel auf 1 pCt. Amygdalinlösung. Das Mycel hatte sich nach 2 Tagen etwas vermehrt, gab starke Zucker- und gute NH_3-Reaction. Am folgenden Tag war die Zuckerreaction bedeutend schwächer. Amygdalin war noch reichlich vorhanden.

Während ich bei dieser Cultur nicht die Spur von Blausäuregeruch bemerken konnte, nahm ich bei einer Cultur, die erhalten war durch Aussäen von Sporen auf reine Amygdalinlösung nach Verlauf von 7 Tagen deutlichen Geruch wahr. Am 8. Tage war der Geruch süsslicher geworden und nach 10 Tagen vollständig verschwunden. Wir haben hier ein Beispiel dafür, dass Schimmelpilze, auf Amygdalinlösung gebracht, vorübergehend einen Blausäuregeruch veranlassen können. Bei hinreichend langsamer Entwicklung, wie sie vor sich geht, wenn Pilzsporen auf Amygdalinlösung ausgesäet werden, lässt sich dann der Blausäuregeruch mehr oder minder lange wahrnehmen.

Nach 10 Tagen hatte *Penicill. glauc.* ein starkes submerses Mycel entwickelt. Alles Amygdalin war gespalten und noch nach 16 Tagen war reichlich unverzehrter Zucker vorhanden. Ammoniak trat nach Verschwinden des Blausäuregeruches reichlich in der Flüssigkeit auf.

Die auf der anorgan. Salzlösung mit Amygdalinzusatz ausgesähten Sporen keimten nach 3 Tagen; nach 5 Tagen stellte sich auch hier Blausäuregeruch ein, der am 6. Tage nur noch schwach und am 7. vollständig verschwunden war.

Hier haben wir, im Gegensatze zu *Asperg. Oryzae*, ein Beispiel dafür, dass das Pilzmycel einmal Amygdalin spaltet und

dann nicht wieder. Weder Blausäure-, noch Zuckerreaction stellten sich, einmal verschwunden, wieder ein.

Aspergillus glaucus

wurde mit dünnem Mycel auf Amygdalinlösung gesetzt. Dieser Pilz entwickelte sich langsam, aber sichtlich weiter; ein Geruch war nicht zu bemerken. Nach 10 Tagen erhielt ich gute Zucker-, aber keine Blausäurereaction; alles Amygdalin war gespalten.

Die auf Amygdalinlösung ausgesäeten Sporen von *Asperg. glauc.* keimten erst nach 14 Tagen und bildeten ein ganz minimales Mycel. Blausäuregeruch konnte ich nicht bemerken, doch erhielt ich schwache NH_3-Reaction.

Auf der mit anorgan. Salzen versetzten Amygdalinlösung entwickelten sich die Sporen schon nach 7 Tagen; ein nennenswerthes Mycel aber wurde nicht erhalten.

Botrytis cinerea

setzte ich mit ganz dünnem Mycel auf Amygdalinlösung. Nach 3 Tagen war schwacher Blausäuregeruch zu bemerken, der bis zum 5. Tage stärker wurde, dann wieder abnahm.

Nach 8 Tagen war *Botrytis* recht gut gewachsen; ein Blausäuregeruch war nicht mehr zu bemerken; auch gab die Flüssigkeit keine Zuckerreaction mehr.

Die auf 1 pCt. Amygdalinlösung ausgesäeten Sporen von *Botrytis cin.* keimten nach 6 Tagen und entwickelten ein submerses, aber ziemlich grosses Mycel; Blausäuregeruch trat nur vorübergehend auf.

Die auf einer, mit anorgan. Salzen versetzten Amygdalinlösung gekeimten Sporen von *Botrytis cin.* entwickelten ebenfalls nur submerses Mycel.

Nach 5 Tagen trat hier deutlicher Blausäuregeruch auf, der erst am 19. Tage schwächer wurde. Nach 21 Tagen war der Geruch verschwunden; die Flüssigkeit gab deutliche Zuckerreaction und ziemlich starke Amygdalinreaction. Es war also nur ein Theil des Amygdalin gespalten und von diesem nicht einmal der Zucker ganz verzehrt.

Auch *Monilia candida*

entwickelte sich gut, auf Amygdalinlösung umgepflanzt. Auch bei diesem Pilze trat, wenigstens schwacher, Blausäuregeruch auf.

Die auf reine Amygdalinlösung ausgesäeten Sporen entwickelten sich zu einem verhältnismässig recht guten Mycel. Bei diesem Pilze fiel mir die sehr starke Ammoniakproduction auf; Blausäuregeruch konnte ich bei dieser Cultur nicht constatiren, während bei der vorerwähnten Cultur wohl Blausäuregeruch, nicht aber NH_3-Reaction wahrgenommen werden konnte.

Aus diesen und vorausgehenden Versuchen schliesse ich, dass diese Verschiedenheit in den Reactionen seinen Grund darin hat, dass wir es hier mit 2 Phasen desselben Umsetzungsprocesses zu thun haben. Die

erste Phase charakterisirt sich durch Auftreten von Blausäuregeruch, die zweite durch Auftreten der NH_3-Reaction.

Zuletzt wollen wir das Verhalten von

Mucor stolonifer,

Glycosidlösungen gegenüber, beobachten.

Ein gut entwickeltes, stark fructificirendes Mycel dieses Pilzes wurde auf 1 pCt. Amygdalinlösung gesetzt. Folgenden Tags war ein deutlicher Blausäuregeruch wahrzunehmen, der sich gegen den vierten Tag hin noch bedeutend verstärkte. Nur das submerse Mycel des Pilzes vergrösserte sich

Am 5. Tage sah das emerse Mycel angewelkt aus. Die Flüssigkeit roch sehr stark nach Blausäure und gab starke Zuckerreaction.

Hier sehen wir, dass selbst die gut nährende Amygdalinlösung das Wachsthum von Pilzen ungünstig beeinflussen kann. Wodurch? — diese Frage muss ich offen stehen lassen; vermuthlich liegt der Grund darin, dass eine grössere Menge Cyanhydrin abgespalten wurde — der starke Blausäuregeruch der Flüssigkeit zeugte dafür —, das zu verarbeiten dem Pilze hinreichende Mengen von Absonderungen fehlten. Dieses Cyanhydrin, in grosser Menge vorhanden, wird die Wachsthum hemmende Wirkung ausgeübt haben, unterstützt durch die grössere Empfindlichkeit dieses Pilzes.

Auf unvermischte 1 pCt. Amygdalinlösung ausgesäete Sporen von *Mucor stolonifer* vermochten nicht zu keimen.

Schluss für Amygdalin.

Im Amygdalin lernten wir ein Glycosid kennen, das das Wachsthum der Pilze gut beeinflusste; eine Ausnahme hiervon bildete *Mucor stolonifer*, der auf Amygdalinlösung gebracht, verwelkte. Die Mycelien aller Pilze vermochten eine Spaltung des Amygdalins herbeizuführen. Der gespaltene Zucker wurde, wie bei den übrigen Glycosiden, verzehrt. Neben Zucker wurde aus Amygdalin Benzoylcyanhydrin $OH \cdot CH < \begin{matrix} C_6 H_5 \\ CN, \end{matrix}$ kurz Cyanhydrin genannt, abgespalten. Dieser Körper war der Träger des häufig erwähnten Blausäuregeruches.

Unter dem Einfluss oxydirender Absonderungen des Pilzmycels wurde dieses Cyanhydrin — analog der Oxydation von Salicylalkohol oder = aldehyd zu Salicylsäure — zu Mandelsäure oxydirt unter gleichzeitiger Abspaltung von Ammoniak nach der Formel:

$$C_6 H_5 \cdot CH \cdot OH \cdot CN + 2H_2 O =$$
$$C_6 H_5 CH(OH) COOH + NH_3.$$

So erkläre ich mir die Umsetzung des Amygdalins und habe als Beweise für meine Ansicht:

1. Die Analogie im Verlaufe des Processes mit den bei Helicin, Salicin und Arbutin kennen gelernten Umwandlungen;

2. Die Reihe meiner Versuche, welche den Blausäuregeruch stets vor dem NH_3-Geruch (oder vielmehr dessen Reaction) auftreten zeigten;
3. Das Auftreten von Blausäuregeruch beim Keimen von auf reine Amygdalinlösung gesäeten Sporen, auch wenn die Vollcultur Geruch nicht zeigte;
4. hat diese Art der Umsetzung, rein chemisch betrachtet, die grössere Wahrscheinlichkeit für sich, als die Ansicht Puriewitsch'. Einen Beleg für Erklärung des letzteren, dass nämlich, analog der Einwirkung von Invertin auf Amygdalin, dieses in Glycose und Amygdalinsäure gespalten wird und diese weiterhin in Glycose und Mandelsäure zerfällt — habe ich nicht erhalten.

Puriewitsch führt als Beleg für seine Ansicht die Thatsache an, dass Schimmelpilze Amygdalin, welches durch Emulsin gespalten ist, also freies Cyanhydrin enthält, nicht verzehren.

Zur Erklärung dieses Umstandes muss man sich vergegenwärtigen, dass der Umsetzungsprocess des Amygdalins, bezüglich des Cyanhydrins, naturgemäss ganz anders verläuft, wenn die Spaltungsproducte quasi „in statu nascendi" verarbeitet werden können, wie wenn die durch künstliche Spaltung in grosser Menge producirten Spaltungsproducte dem Schimmelpilze angeboten werden. Und dass das Cyanhydrin nicht ganz unschädlich für den Organismus des Pilzes ist, sofern es in grösserer Menge vorhanden ist, lehrt uns das Beispiel von *Mucor stolonifer*.

Bieten wir also dem Pilze künstlich gespaltenes Amygdalin an, so übt erstens das Cyanhydrin einen hemmenden Einfluss aus auf die Thätigkeit des Pilzmycel und zweitens gehörte, angenommen, Cyanhydrin wirke durchaus nicht schädigend, ein sehr grosses Pilzmycel dazu, um soviel Stoffe abzusondern, wie hinreichend wären zur vollen Umsetzung des künstlich abgespaltenen Cyanhydrins.

Somit ist die Puriewitsch'sche Beweisführung hinfällig.

Gegen Puriewitsch' Ansicht spricht ferner das Auftreten von Blausäuregeruch in allen den Fällen, wo der Process verlangsamt ist. So habe ich beim Aufsetzen meiner Pilze auf Peptonlösungen fast bei keinem derselben Blausäuregeruch bemerken können.

Als ich aber dieselben Pilze auf reiner Amygdalinlösung wachsen liess, trat dieser Geruch auf. Woher aber soll der Blausäuregeruch kommen, wenn Amygdalin sich in Amygdalinsäure und Glycose spaltet?

Dann auch spricht gegen die geäusserte Ansicht das Auftreten vom Ammoniak nach dem Auftreten des HCN-Geruches; wenn Puriewitsch' Ansicht die richtige wäre, müsste sich Ammoniak sofort bilden.

Man könnte vielleicht annehmen, dass sich Cyanhydrin nur nebenbei bilde, während die Hauptmenge Amygdalin in Amygdalinsäure überginge; dieses halte ich aber schon darum für ausgeschlossen, weil ich verschiedene Male chemische Blausäure-

reactionen erhielt, die für einen Nebenprocess viel zu stark waren.

Mit meiner Ansicht kann auch das oben beschriebene Verhalten von *Mucor stolonifer* sehr wohl in Einklang gebracht werden, sowie auch die Thatsache, dass der Auszug der Schimmelpilze, zu Amygdalinlösung gegeben, stets Blausäuregeruch hervorruft.

Fehlt eben das lebende Mycel, so kann der Umsetzungsprocess nicht zu Ende geführt werden, sondern bleibt auf halbem Wege stehen: und der ganze Weg ist nach meinen Beobachtungen der:

1. Amygdalin wird gespalten in Glycose + Cyanhydrin (nicht Blausäure und Benzaldehyd);
2. Glycose wird allmälig vom Pilze in's Mycel aufgenommen;
3. Cyanhydrin wird unter Ammoniakabgabe oxydirt zu Mandelsäure;
4. die Mandelsäure wird weiter extracellular verarbeitet; wozu? — lässt sich kaum verfolgen.

Wie bei den drei erstgenannten Glycosiden, so machte ich auch hier die Beobachtung, dass das stärkere Mycel das widerstandsfähigere ist; auch spalteten die stärkeren Mycelien das Glycosid bedeutend rascher, als die schwächeren; ebenso wurden die Spaltungsproducte vom stärkeren Mycel bedeutend schneller verarbeitet, als wie es schwachen möglich war.

Coniferin, myronsaures Kalium, Saponin und **Glycyrrhizin.**

Wir kommen nun zu der Reihe jener Glycoside, deren Spaltungsproducte sich chemisch und physikalisch nicht mit voller Bestimmtheit nachweisen lassen, die daher meine, durch die vorigen Glycoside erhaltenen Resultate vielleicht ergänzen, nicht aber mit beweisen können.

Bei einem derselben liess sich wenigstens das eine Abspaltungsproduct, die Glycose, mit Sicherheit nachweisen, nämlich beim

Coniferin

(vergleiche die beigefügten Tabellen XI und XII).

Coniferin zeigte sich als gutes Nährmittel für Pilze. Es nährte noch besser als Amygdalin; das zeigen vergleichende quantitative Analysen der Trockenmycelien, die für Amygdalin das Gewicht 2,9, für Coniferin 3,2 ergaben.

Was aus dem anderen Spaltungsproducte des Coniferin, dem Coniferylalkohol wurde, lässt sich nicht sicher feststellen. Höchstens lässt der bei Coniferin-Culturen auftretende angenehm süssliche Geruch vermuthen, dass hier eine Oxydation des Coniferylalkohols zu Vanillin eingetreten ist; besonders deutlich trat dieser Geruch bei *Mucor stolonifer*-Culturen hervor.

Bei jenen Culturen von Schimmelpilzen, die mit gutem Mycel auf 1 pCt. Coniferinlösung gesetzt wurden, war das ganze Coniferin bald gespalten, der Zucker rasch verzehrt.

Auf 1 pCt. Coniferinlösung ausgesäete Sporen von Schimmelpilzen keimten meist schon nach 2 Tagen und entwickelten ein

zwar nur kleines Mycel, das aber die Fähigkeit besass, wenigstens etwas Coniferin zu spalten; das beweist die bei *Asperg. Wentii* auftretende starke Zuckerreaction.

Konnte bei Coniferin die Spaltung durch Schimmelpilze noch sicher nachgewiesen werden durch Auftreten der Zuckerreaction und durch die Reaction auf Coniferin, so war der Nachweis der Spaltung beim

myronsaurem Kalium

ungemein erschwert. Eine sichere Reaction auf myronsaures Kalium konnte ich nicht in Erfahrung bringen. Ebensowenig konnte Gegenwart von Zucker hier mit Sicherheit ermittelt werden, weil schon myronsaures Kalium an sich Fehling'sche Lösung in gewissem Maasse reducirt. Die in angefügten Tabellen genannten Reactionen auf Zucker sind mithin unsicher. Um wenigstens eine ungefähre Reaction auf myronsaures Kalium zu haben, dampfte ich die zu prüfende Flüssigkeit ein und schloss aus der Grösse des Rückstandes auf die Menge noch vorhandenen myronsauren Kaliums.

Einige Versuche, mit Culturen angestellt, die vorerst mit „Raulin" genährt und dann auf 0,5 pCt. myronsaurer Kalium-Lösung gesetzt waren, ergaben, dass noch ein reichlicher Rückstand vorhanden war. Ob dieser Verdampfungsrückstand nun myronsaures Kalium gewesen oder vielleicht abgespaltener Zucker oder auch aus dem Pilzmycel in die Flüssigkeit diosmirte organische Substanz, das konnte ich nicht feststellen.

Es blieb mir nun noch eine Möglichkeit übrig, um zu ermitteln, ob myronsaures Kalium durch Schimmelpilze gespalten wird oder nicht, nämlich die Sporen der Pilze auf reine, unvermischte 0,5 pCt. Lösung von myronsaurem Kalium auszusäeen. Diese Versuche ergaben, dass die Sporen aller in Untersuchung gezogenen Schimmelpilze keimten und die meisten ein ansehnliches, wenn auch kleines Mycel entwickelten. Da sehr reines myronsaures Kalium in Gebrauch genommen war, erscheint mir eine Ernährung durch Verunreinigungen des Präparates ausgeschlossen. Die Pilze konnten ihr Mycel nur aus dem angebotenen myronsauren Kalium aufbauen, mussten daher die Fähigkeit besitzen, dieses Glycosid zu spalten.

Diese Ansicht beweisend, trat bei manchen Culturen ein recht unangenehmer, zwar nicht deutlich Soufoel-artiger, aber doch daran erinnernder Geruch auf.

Ein solch' unangenehmer Geruch war, ausser bei Arbutin, bei noch keinem einzigen Glycoside aufgetreten, konnte also nur in der Spaltung von myronsaurem Kalium seinen Ursprung haben.

Ich möchte daher als Resultat meiner Versuche mit myronsaurem Kalium die Vermuthung nennen, dass Schimmelpilze selbst myronsaures Kalium zu spalten vermögen. An ausreichenden Beweisen, wie ich sie bei Helicin, Salicin, Amygdalin und Arbutin brachte, fehlt es mir hier aus den ge-

nannten Gründen; ich spreche daher auch nicht von einer Thatsache, sondern von einer „Vermuthung".

Mit Saponin und Glycyrrhizin

angestellte Versuche brachten als Resultat die Thatsache, dass auch diese Glycoside von den Schimmelpilzen gespalten und verzehrt zu werden vermögen. (S. Tabellen XV u. XVI.) Diese beiden Glycoside wählte ich als Repräsentanten der Reihe der übrigen nicht reactionsfähigen Glycoside, um die Analogie dieser Glycoside mit den oben beschriebenen in ihrem Verhalten, Schimmelpilzen gegenüber, festzustellen. Hier jedoch lässt sich diese Analogie nur durch das Wachsthum der Pilze auf Glycosidlösung nachweisen, nicht oder selten durch Reactionen und zwar können — Glycyrrhizin als Beispiel angeführt — Reactionen auf Zucker nicht ausgeführt werden wegen der dunklen Farbe der Glycosidlösung, Reactionen auf andere Spaltungsproducte und deren Derivate nicht, wegen Mangels an scharfen Reactionen auf dieselben.

Schluss.

Zum Schlusse mögen die Resultate der vorliegenden Arbeit kurz zusammengefasst werden:

Auf die „Schlusssätze", bei Besprechung der einzelnen Glycoside, deren Abtheilen angefügt, sei hier ausdrücklich hingewiesen; der Inhalt dieser Sätze kann hier nicht wiederholt werden. Es seien diesen Schlusssätzen im Folgenden nur noch einige allgemeine Bemerkungen angefügt.

Der Nährwerth der Glycoside als Nahrungsmittel für Schimmelpilze ist ein recht verschiedener. Quantitative Analysen der gleichalterigen, gleichgenährten, gleichbehandelten Trockenmycelien von *Aspergill. Wentii*, nach 5tägigem Aufenthalte auf der betreffenden Flüssigkeit, zeigten:

Auf destillirtem Wasser das Normalgewicht	1,00
„ Arbutinlösung	0,95
„ Helicin	1,6
„ Salicin	2,0
„ Amygdalin	2,9
„ myronsaurer Kalium Lösung	2,9
„ Coniferin-Lösung	3,2
„ der ursprünglichen Raulin'schen Nährflüssigkeit verblieben, das Gewicht	6,0

Ein vollwerthiges Nährmittel war also — im Vergleich mit der Raulin'schen Nährflüssigkeit — keines der angewendeten Glycoside; jedoch muss man von den meisten Glycosiden sagen, dass sie Pilzen zur Nahrung dienen können.

Es lassen sich wesentliche Unterschiede bei der Ernährung von Pilzen durch Glycoside beobachten. Während man eine gute Vermehrung des Mycels bei Ernährung mit Amygdalin und myronsaurem Kalium, vor Allem bei Coniferin, bemerken kann, wurde dasselbe durch Arbutin, Helicin und Salicin garnicht oder nur

sehr schlecht genährt. Letztere Glycoside nähren darum schlechter, als andere Glycoside, weil sie durch Bildung gewisser schädlicher Verbindungen das Wachsthum der Pilze zum Stillstand bringen oder gar den Tod des Organismus herbeiführen können. Der Tod des Organismus tritt erst ein, wenn eine hinreichende Menge des schädlichen Spaltungsproductes (Hydrochinon bei Arbutin, Salicylsäure bei Salicin und Helicin) auf das Mycel des Pilzes einwirken kann. Ein schwacher Organismus unterstützt diese Wirkung, ein kräftiges Exemplar arbeitet ihr entgegen.

Das Verhalten verschiedener Mycelien ein und desselben Pilzes gegen Glycoside ist verschieden nach Alter, Ernährung und ererbten Besonderheiten der Mycelien. So erzielt man durch Ernährung mit Pepton-haltigen Flüssigkeiten dünne, aber stark fructificirende Mycelien; bei Ernährung mit reichlichem Zucker hingegen starke, aber zunächst nicht fruchttragende Mycelien u. s. w. Es ist natürlich, dass die dünnen Mycelien der Pepton-Culturen empfindlicher gegen schädliche Einflüsse der Glycosidabspaltungen reagiren, als die starken, Zucker genährten Mycelien. So kommt es, dass je nach der Ernährung ein recht verschiedenartiges Verhalten der Pilzmycelien, Glycosiden gegenüber, beobachtet werden kann, dass sogar die widersprechendsten Resultate erzielt werden können, wenn andere Umstände, wie verschiedenes Alter oder Besonderheiten der zur Impfung benutzten Muttercultur nicht in Betracht gezogen wurden. Richtig beobachtet aber, liefert uns diese Verschiedenheit im Verhalten den Schlüssel zur Erklärung der Umsetzungen der Glycoside durch die Schimmelpilze. So z. B. spaltet das stärkere Mycel — es ist, wie gehört, auch das widerstandsfähigere — die Glycoside bedeutend rascher und verarbeitet die Spaltungsproducte schneller, als ein schwächeres Mycel, letzteres aber ist geeigneter, eben weil es langsamer spaltet und verarbeitet, die Phasen des Umsetzungsprocesses verfolgen zu lassen.

Die Phasen des gewöhnlich rasch erfolgenden Umsetzungsprocesses der Glycoside unter dem Einfluss von Schimmelpilzen lassen sich meist nur dann verfolgen, wenn Verhältnisse vorliegen, die es gestatten, die Umsetzung langsam fortschreiten zu sehen, so bei Versuchen mit schwachen Exemplaren oder bei der Keimung von Sporen auf unvermischter Glycosidlösung. In letzterem Falle jedoch wird der Process häufig nur begonnen, nicht zu Ende geführt, weil das Wachsthum der Pilze bei dieser unzureichenden Ernährung bald aufhört, mithin Absonderung umsetzender Agentien unterbleibt.

Der Gang der Spaltung und Verarbeitung aller Glycoside durch die aufgesetzten Schimmelpilze war derselbe bei allen in Untersuchung gezogenen Pilzen und Glycosiden.

Zunächst wird je nach der Menge der Pilzabsonderungen ein mehr oder minder grosser Theil des Glycosides gespalten in Glycose und Benzolderivat. Die Glycose wird verzehrt, vorausgesetzt, dass das Mycel gesund geblieben ist. Sie wird aber

garnicht verzehrt bei Arbutin, nur zum Theil bei Helicin und Salicin.

Gleichzeitig mit der Glycose wird das andere Spaltungsproduct, das Benzolderivat abgespalten. Dasselbe wurde als solches in den Fällen, die hinreichend scharf beobachtet werden konnten, nicht verzehrt. (Entgegen Puriewitsch' Ansicht!)

Es trat vielmehr extracellular unter dem Einflusse von Absonderungen des lebenden Pilzmycels Oxydation dieses Spaltungsproductes ein. Hierfür wurden in vorstehender Arbeit zahlreiche Belege beigebracht. So sahen wir, dass *Aspergillus Oryzae* aus Salicinlösung Salicylalkohol abspaltete und denselben zunächst zu Salicylaldehyd, dann zu Salicylsäure oxydirte. Wozu letztere verarbeitet wird, konnte nicht ermittelt werden; Thatsache aber ist, dass sie weitere Umsetzungen erfährt.

Tabelle I.

Helicin 1%.

Auf Raulin'scher Nährflüssigkeit, der 1% Pepton und 5% Zucker zugesetzt war, wurden die Pilze gezogen und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels mit steryl. dest. Wasser auf 25 ccm 1% Helicinlösung gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen nach 2 Tagen	Aussehen nach 6 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 6 Tagen auf:					
				Farbe	Lacmus	Zucker	Salicyl-aldehyd	Salicyl-säure	Nach 12stnd. Stehen mit Emulsin
Aspergill. niger	kleines, dünnes, aber gut fructific. Mycel	Wachsthum schien sistirt, stark. Geruch	nicht mehr gewachs. mässiger Geruch	gelb	schwach sauer	stark	stark	nicht	—
Aspergill. Oryzae	dünnes, gutes Myc., das kaum fructific.	nicht sichtlich gewachs., stark. Geruch	nicht gewachs., welk, starker Geruch	rosa	sauer	stark	stark	schwach	—
Aspergill. Wentii	gutes, stark., bereits fructific. Mycel	nicht sichtbar gewachs., aber gesund	gutes normales Aussehen, kein Geruch	gelb	sauer	ganz schwach.	nicht	nicht	nicht
Aspergill. glauc. schwach	volles, aber dünnes Mycel	nicht gewachsen	nicht gewachsen, geruchlos	hell	ganz schwach sauer	deutlich doch nicht stark	nicht	nicht	starke Zuckerreact. deutl. Geruch
Aspergill. glauc. stark	kleines, ab. starkes Mycel	nicht gewachsen	nicht gewachsen	—	sauer	nicht	nicht	deutlich aber schwach	gute Zucker-reaction und Geruch
Penicill. glauc.	dünnes, nicht fruct. Mycel	nicht gewachsen	nicht gewachs., welk. starker Geruch	gelb	ganz schwach sauer.	stark	stark	nicht	—
Monilia candida	dünnes, gutes, nicht fructific. Mycel	nicht sichtbar gewachsen, Geruch	etwas gewachsen, kein Geruch	röthlich gelb	stark sauer	sehr stark*)	schwach	nicht	stärkerer Geruch*)
Mucor Mucedo	gutes fructific. Mycel	gut erhalten	etwas zusammengefallen	—	sauer	gut	nicht	undeutl.	—
Mucor stolonifer	gutes, starkes, hoch fructific. Mycel	schien etwas eingefallen, kein Geruch	stark zusammengefallen, kein Geruch	—	nicht	nicht	nicht	deutlich	nicht

*) Nach 3 weiteren Tagen keine Zuckerreaction und kein Geruch.

Tabelle II. Helicin 1%.

Als Nährflüssigkeit für meine Pilze diente eine Mischung von 5 ccm 5% Helicinlösung und 20 ccm der „Lösung anorganischer Salze“, auf die die Sporen der Pilze ausgesäet wurden; einzige Kohlenstoffquelle war also Helicin.

Name des Pilzes	Makroskop. Keimung	Mycel fertil	Aussehen nach 30 Tagen	Reactionen auf: Blausäure-geruch	Zucker nach 14 Tag.	Zucker nach 21 Tag.	Salicyl-aldehyd	Helicin unzersetzt (mitEmulsin)
Aspergill. niger	nach 12 Tagen	submers emers nach 15 Tagen	kl.submers.Mycel.emers. Mycel minimal, gewelkt	stark	gut	gut	gut	—
Aspergill. Oryzae	nach 6 Tagen	submers	gutes submerses Mycel	nach 13 Tagen deutlich	gut	stark	stark*)	—
Aspergill. Wentii	nach 4 Tagen	nach 6 Tagen	verhältnissmäsig volles emerses Mycel	keiner	nicht	nicht	nicht	gut
Aspergill. glauc.	nach 14 Tagen	submers	ganz kleines submerses Mycel	nicht	nicht	nicht	nicht	sehr stark
Botrytis cinerea	nach 4 Tagen	submers	gutes submerses Mycel	nach 5 Tagen bleibend.Geruch	sehr stark	stark	stark*)	—
Penicill. glauc.	nach 4 Tagen	submers	kleines submers. Mycel	deutlich, bleibend	stark	stark	stark*)	—
Monilia candida	nach 6 Tagen	submers	submers. Mycel; minim. emerses Mycel	nicht	deutlich	schwach	nicht	gut
Phycomyces nitens	nach 20 Tagen	submers	kleines submers. Mycel	nicht	kaum	nicht	ganz schwach	sehr stark
Amylomyces Rouxii	nach 4 Tagen	submers	kleines submers. Mycel	schwach	kaum	kaum	nicht	sehr stark
Hevemonium	nach 10 Tagen	submers	minim. submers. Mycel	kaum	schwach	gut	ganz schwach	sehr stark

*) Salicylsäure war nicht nachzuweisen.

Tabelle III.

Helicin 1%.

Als einzige Nahrung für die nachfolgend genannten Pilze diente eine 1% Lösung von Helicin in destillirtem Wasser.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen nach 20 Tagen auf:			
			Zucker	Salicylaldehyd	Salicylsäure	nach 12stündigem Stehen mit Emulsin
Aspergill. Wentii	nach 3 Tagen	schwaches emerses Mycel	nicht	nicht	nicht	stark
Aspergill. glauc.	nach 12 Tagen	submers. Mycel schwach entwickelt. schw. Geruch	deutlich	nicht	nicht	stark
Penicill. glauc.	nach 3 Tagen	v. 7. Tage ab deutl. Aldehydgeruch, submers. Mycel	deutlich	nicht mehr, 10 Tage zuvor deutlich	nicht	stark
Amylomyces Rouxii	nach 12 Tagen	submerses Mycel	schwach	nicht	nicht	stark
Monilia candida	nach 12 Tagen	subm. auch kl. emers Mycel deutlicher Aldehydgeruch	deutlich	deutlich	schwach	stark

Alle übrigen Schimmelpilz-Sporen waren nicht angegangen; nach 20 Tagen wurde nochmals geimpft, doch auch jetzt kamen die Sporen keines dieser Pilze zur Keimung.

Zur Ergänzung dieser Tabelle dient Tabelle II.

Tabelle IVa. Salicin 1%.

Auf Raulin'scher Nährlösung, der 1% Pepton und 5% Zucker zugesetzt war, wurden die Pilze gezogen und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels mit destill. und steril. Wasser auf 25 ccm 1% Salicinlösung gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen nach 2 Tagen	Aussehen nach 4 Tagen	Aussehen nach 6 Tagen
Aspergill. niger stark	gutes, dünnes Mycel, nicht fructificirend	gut gewachsen, fructific.	fructificirte stark	gut, nicht welk
Aspergill. niger schwach	dünnes, papierartiges, nicht fructificirendes Mycel	gewachsen, begann zu fructificiren	kaum gewachsen	etwas welk
Aspergill. Oryzae	dünnes, doch gutes Mycel, kaum fructificirend	gewachsen	welkte langsam, aber sichtlich	verwelkt
Aspergill. Wentii	gutes, mässig starkes, fructificirendes Mycel	gut gewachsen, fructificirte stärker	gesundes, stark fructific. Mycel	vollkommen gesund
Aspergill. glauc.	papierdünnes, fructificirendes Mycel	war nicht sichtlich gewachsen	wenig gewachsen	nicht mehr gewachsen
Penicillium glauc.	zusammenhängendes, dünnes nicht fructificirendes Mycel	unverändert, gesund	wenig gewachsen	etwas gewachsen
Botrytis cinerea	gutes, mässig starkes, submerses Mycel	gewachsen	gut gewachsen	noch mehr gewachsen
Monilia candida	dünnes, schwaches, nicht fructificirendes Mycel	nicht gewachsen	kaum gewachsen	nicht sichtlich gewachsen
Mucor stolonifer stark	starkes hochragend fructificirendes Mycel	fructificirte stärker	fiel stark zusammen	gänzl. zusammengefallen, Salicylaldehydgeruch
Mucor stolonifer schwächer	gutes, dünnes Mycel, das zu fructificiren begann	gewachsen	gänzl. zusammengefallen, Salicylaldehydgeruch	ganz verwelkt

Reactionen vide umseitig.

Tabelle IVb.

Salicin 1%. Fortsetzung.

Name des Pilzes	Reactionen der nach 6tägigem Stehen abgegossenen Flüssigkeiten auf: Farbe	Lacmus	Zucker	Salicin (Rutilin)	Salicyl alcohol	Salicyl aldehyd	Salicyl-säure	Besondere Reactionen
Aspergill. niger stark	hellgelb	stark sauer	nicht	keine	keine	keine	keine	nach 12stünd. Stehen mit Emulsin keine Zuckerreaction
Aspergill. niger schwach	farblos	sauer	nicht	stark	deutlich	nicht	nicht	—
Aspergill. Oryzae	farblos	schwach sauer	nicht	stark	deutlich	gut	schwach ab. deutl	nach weiteren 2 Tagen waren die 3 Salicyl-Reactionen verschwunden
Aspergill. Wentii	hellgelb	sauer	ganz schwach	schwach	nicht	nicht	nicht	nach 12stünd. Stehen mit Emulsin schwache Zuckerreaction
Aspergill. glauc.	hell	sauer	nicht	sehr stark	nicht	nicht	nicht	—
Penicillium glauc.	gelb	sauer	stark	stark	nicht	nicht	nicht	nach 4 weiteren Tagen war Zuckerr. verschw., jetzt deutl. Salicylsäure-R.
Botrytis cinerea	farblos	sauer	nicht	nicht	nicht	kaum	deutliche	—
Monilia candida	hell	schwach sauer	nicht	stark	gut	nicht	schwach	nach 12stünd. Stehen mit Emulsin starke Zuckerreaction
Mucor stolonifer stark	gelblich	neutral	nicht	ganz schwach	—	nicht	eclatante Reaction	—
Mucor stolonifer schwach	gelblich	sauer	schwach ab. deutl.	stark	—	schwach	ganz schwach	—

Tabelle V. **Salicin 2%.**

Als einzige Nahrung für die nachfolgend genannten Pilze diente eine 2% Lösung von Salicin in destill. Wasser. Auf diese Lösung wurden die Sporen der Pilze ausgesäet.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Aussehen nach 10 Tagen	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen nach 20 Tagen auf: Lakmus	Zucker	Saligenin	Salicin	auf Zucker, nach 12stündig. Stehen m. Emuls.
Aspergill. niger	nach 4 Tagen	kleines, submers. Mycel	daumengross, am besten entwickelt	neutral	deutlich	gut	stark	stark
Aspergill. Oryzae	nach 2 Tagen	submers., wenig emerses Mycel	ganz kleines emerses, besseres subm. Mycel	neutral	schwach	schwach	stark	stark
Aspergill. glauc.	nach 4 Tagen	sehr kleines, submerses Mycel	sehr kleines emerses, grösseres subm. Mycel	neutral	schwach	nicht	stark	stark
Penicillium glauc.	nach 4 Tagen	kleines emerses Mycel	kleines emerses, grösseres subm. Mycel	neutral	nicht	nicht	stark	stark
Thamnitium eleg.	nach 9 Tagen	submers	sehr kleines submerses Mycel	neutral	nicht	nicht	stark	stark
Aspergill. Wentii	nach 3 Tagen	subm. u. emers. Mycel, klein	etwas gewachsen	schwach sauer	nicht	nicht	gut	gut
Monilia candida	nach 3 Tagen	sehr kleines submerses Mycel	submers, ein wenig gewachsen	schwach sauer	nicht	nicht	stark	stark
Mucor spinosus	nach 3 Tagen	sehr kleines submerses Mycel	kaum gewachsen	sauer	nicht	nicht	stark	stark
Mucor Mucedo	nach 3 Tagen	kl. subm., kaum emerses Mycel	submers und emers, ein wenig gewachsen	schwach sauer	nicht	nicht	stark	stark

Tabelle VI.

Arbutin 1%.

Die Pilze wurden auf einer Raulin'schen Nährflüssigkeit gezogen, der 1% Pepton und 5% Zucker zugesetzt war, und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels auf eine 1% Arbutinlösung gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen d. Mycels nach 5 Tagen	Aussehen des Mycels nach 10 Tagen	Reactionen nach 8 Tagen auf:			
				Lacmus	Zucker	Hydrochinon	Nach 12 stnd. Stehen mit Emulsin
Aspergill. niger schwach	dünnes, stark fructificirendes Mycel	nicht gewachsen	nicht gewachsen, nicht gewelkt	stark sauer	stark	stark	—
Aspergill. niger stark	starkes, nicht fructificirendes Mycel	nicht gewachsen, nicht fructificirend	nicht gewachsen, nicht fructificirend	sauer	stark	stark	—
Aspergill. Oryzae	dünnes, gutes Mycel	wenig gewachsen	nicht gewachsen, eigenartiger Geruch	sauer	stark	stark	—
Aspergill. Wentii	gutes, ziemlich starkes, eben erst fruct. Mycel	nicht gewachsen	kümmerliches Mycel	stark sauer	stark	stark	—
Botrytis cinerea	mittelgrosses, submerses Mycel	kaum gewachsen	nicht gewachsen, eigenartiger Geruch	schw. sauer, nach 48 Std. neutral	gut	gut	—
Penicillium glauc.	ganz dünnes Mycel, fructificirend	nicht gewachsen	nicht gewachsen	neutral	gut	gut	—
Aspergill. glauc.	dünnes, schwach. Mycel, fructificirend	nicht gewachsen	nicht gewachsen	—	schwach	stark	gute Zucker-reaction
Mucor Mucedo	gutes, starkes Mycel	nicht gewachsen	nicht gewachsen, zusammengefallen	stark sauer	nicht stark	stark	—

Tabelle VII.

Arbutin.

Die Sporen nachfolgend genannter Pilze wurden ausgesäet auf eine 1% Lösung von Arbutin in destillirtem Wasser.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen nach 20 Tagen auf:				
			Farbe	Ammoniak	Zucker	Hydrochinon	Arbutin
Aspergill. niger	nach 10 Tagen	minimales emerses und schwach submers. Mycel	röthlich	deutlich	deutlich	deutlich*)	stark
Aspergill. Cryzae	nach 7 Tagen	seit dem 7. Tage nicht mehr gewachsen	röthlich	ziemlich stark	schwach	schwach*)	stark
Aspergill. Wentii	nach 7 Tagen	kleines submerses Mycel	rothbraun	stark	deutlich	deutlich*)	stark
Aspergill. glauc.	nach 7 Tagen	ganz minimales emerses, kleines submerses Mycel	röthlich gelb	deutlich	keine	schwach	stark
Penicillium glauc.	nach 7 Tagen	ganz minimal. submerses Mycel	hellgelb	schwach	nicht	nicht	stark
Botrytis cinerea	nach 10 Tagen	ganz schwach. submers. Mycel	hellgelb	gut	nicht	nicht	stark

*) Zu bemerken ist, dass nach 20 Tagen ein unangenehmer, an Pferdestall erinnernder Geruch auftrat. (Vielleicht Chinon?)

Tabelle VIII.

Amygdalin.

Die Pilze wurden gezogen auf Raulin'scher Nährflüssigkeit, der 5% Zucker und 1% Pepton zugesetzt war und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels, auf 25 ccm einer 1% Amygdalinlösung gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen nach 6 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 6 Tagen auf:					
			Lacmus	Zucker	Blausäure-geruch	Amyg-dalin	Ammon.	Mandel-säure?
Aspergill. niger stark	gutes, starkes, zur Hälfte schwarzes Mycel	stark gewachs., am 2. Tage schwacher HCN-Geruch, am 6. Tage kein Geruch	sauer	keine	vorüber-gehend	nicht	gut	mit Bleiacetat, Trübung
Aspergill. niger schw.	dünnes, schwaches, eben erst fructific. Mycel	etwas, ab. wenig gewachs.	sauer	nicht	nicht	stark	gut	—
Aspergill. Oryzae	dünnes, aber gut entwick. Mycel, nicht fructific.	bedeutend gewachsen, schwacher HCN-Geruch, der verschwand	schwach sauer	nicht	schwach	nicht	deutlich	mit Bleiacetat, starke Trübung
Aspergill. Wentii	gutes, starkes, noch nicht fructificirendes Mycel	gut gewachsen	neutral	ganz schwach	nicht	schwach	stark	—
Aspergill. glauc.	schwaches, ganz dünnes Mycel	wenig, aber doch gewachsen	neutral	gut	nicht	stark	—	—
Penicillium glauc.	wenig gutes, nicht starkes, fructificirendes Mycel	wenig entwickelt	stark sauer	stark	nicht	stark	sehr stark, am folgend. Tage schwächer	mit Bleiacetat, keine Trübung
Botrytis cinerea	dünnes, aber nicht schw. submerses Mycel	gut gewachsen	sauer	nicht	nicht	nicht	—	—
Monilia candida	dünnes, schwaches Mycel	etwas gewachsen, schwacher HCN-Geruch	sauer	stark	nicht	gut	deutlich	—
Mucor stolonifer	gutes, starkes, fructific. Mycel	subm. Mycel, gewachsen, starker HCN-Geruch	—	stark	stark	schwach	deutlich	—

Tabelle IX.

Amygdalin.

Als Nährflüssigkeit für die Pilze diente eine Mischung aus 20 ccm anorg. Salzlösung mit 5 ccm einer 5% Amygdalinlösung; auf diese Mischung wurden die Sporen der Pilze ausgesäet.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Mycel fertil	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 20 Tagen auf:				
				Blausäure-geruch	Lacmus	fr. Ammoniak	Zucker	Amygdalin
Aspergill. niger	nach 3 Tagen	nach 5 Tagen	grösstentheils subm., kleines emerses Mycel	nicht	ganz schwach sauer	stark	nicht	gut
Aspergill. Oryzae	nach 3 Tagen	nach 6 Tagen	submerses, wenig emerses Mycel	vom 6. bis 8. Tage schwach. Geruch	sauer	stark	nicht	gut
Aspergill. Wentii	nach 3 Tagen	nach 6 Tagen	verhältnissmässig gutes emerses Mycel	nicht	sauer	stark	nicht	gut
Aspergill. glauc.	nach 7 Tagen	nach 10 Tagen	fast nur submers. Mycel und dieses klein	vom 7. bis 8. Tage schwach. Geruch	sauer	schwach	nicht	stark
Botrytis cinerea	nach 3 Tagen	submers	mässig grosses subm. Mycel	v. 5. bis 19. Tage deutl. Geruch	stark sauer	nicht	nicht	deutlich
Penicillium glauc.	nach 3 Tagen	nach 9 Tagen	submerses, später wenig emerses Mycel	v. 5. bis 10. Tage Geruch	sauer	stark	nicht	stark
Amylomyces Rouxii	nach 3 Tagen	submers	minimales submerses Mycel	v. 5. bis 10. Tage schwach. Geruch	sauer	schwach	nicht	stark
Thamnitium elegans	nach 4 Tagen	submers	kleines submerses Mycel	v. 5. bis 18. Tage deutl. Geruch	sauer	deutlich	stark	stark
Phycomyces nitens	nach 5 Tagen	submers	mässiges submerses Mycel	nicht	sauer	schwach	schwach	stark
Hevemonium	nach 5 Tagen	submers	ganz kleines submerses Mycel	nicht	schwach sauer	kaum	nicht	stark

Tabelle X.

Amygdalin.

25 ccm einer 1% Lösung von Amygdalin in destillirtem Wasser dienten als einzige Nahrung für die Pilze.

Name des Pilzes	Verhalten nach 4 Tagen	Verhalten nach 15 Tagen	Verhalten nach 30 Tagen	Blausäure Geruch	Reactionen auf Zucker: nach 8 Tagen	nach 15 Tagen	nach 20 Tagen	Ammoniak-Reaction nach 16 Tagen
Aspergill. niger	makroskop. Keimung	kleines emerses und submerses Mycel	kaum gewachsen	nicht	nicht	stark	nicht	gut
Aspergill. Orycae	makroskop. Keimung	klein. emerses, meist nur subm. Mycel	submers gewachsen	kaum	nicht	deutlich	stark	schwach
Aspergill. Wentii	makroskop. Keimung	klein. fertiles Mycel	submerses Mycel, gut gewachsen	nicht	nicht	stark	nicht	schwach
Aspergill. glauc.	nichts	ganz klein. emerses u. submerses Mycel	nicht gewachsen	nicht	nicht	ganz schwach	nicht	kaum
Botrytis cinerea	nichts	kl. submers. Mycel	submers, etwas gewachsen	kaum	nicht	schwach	deutlich	schwach
Penicill. glauc.	nach 3 Tagen makroskop. Keimung nach 4 Tagen fertil	etwas gewachsen	submers, ein wenig gewachsen	2 Tage über deutlicher Geruch	stark	stark	schwach	gut
Monilia candida	makroskop. Keimung	emerses u. submers. Mycel, klein	nicht gewachsen	ganz schwach	nicht	deutlich	schwächer	stark
Amylomyces Rouxii	makroskop. Keimung nach 3 Tagen	submmerses, sehr kleines Mycel	nicht gewachsen	nicht	nicht	ganz schwach	nicht	schwach
Thamnitium elegans	nichts	ganz klein. emerses u. submerses Mycel	nicht mehr gewachsen	nicht	nicht	kaum	nicht	nicht

Zu bemerken ist, dass bei allen Pilzen das Wachsthum so gering war, dass das Trockenmycel der bestgewachsenen nur Centigramme wog. — Die anderen Pilze, deren Sporen auf Amygdalinlösung gesäet waren, waren nicht angegangen.

Tabelle XI.

Coniferin.

Auf Raulin'scher Nährflüssigkeit, der 5% Zucker und 1% Pepton zugesetzt war, wurden die Pilze gezogen und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels mit steril. destill. Wasser auf 25 ccm einer 1% Coniferinlösung gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen des Mycels nach 6 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 6 Tagen auf:				
			Farbe	Lacmus	Zucker	Coniferin	Nach 12stündig. Stehen mit Emulsin
Aspergill. niger	gutes starkes, fructificirendes Mycel	war gewachsen und schwarz geworden	gelb-bräunlich	sauer	nicht	nicht	nicht
Aspergill. Oryzae	gutes, aber noch wenig fructificirendes Mycel	gewachsen und stark fructificirend	röthlich	schwach sauer	nicht	nicht	nicht
Aspergill. Wentii	gutes, nicht fructificirendes Mycel	gut gewachsen, ganz fructificirend	hellgelb	ganz schwach sauer	nicht	schwach	keine Zucker-reaction
Aspergill. glauc.	schwaches, dünnes Mycel	gut gewachsen	gelblich	sauer	gut	gut	—
Botrytis cinerea	dünnes, submerses Mycel	bedeutend gewachsen	hellröthlich	schwach sauer	nicht	schwach	nicht
Penicillium glauc.	schwaches, dünnes Mycel	gut gewachsen	gelblich	schwach sauer	nicht	schwach	nicht
Monilia candida	dünnes, stark fructificirendes Mycel	sichtlich gewachsen	röthlichgelb	schwach sauer	stark	nicht stark	—
Mucor stolonifer	mässiges, eben erst fructificirendes Mycel	Vanillegeruch; ziemlich gewachsen, hochragende Sporangienäste gewelkt	gelb	stark sauer	schwach	nicht	nicht

Tabelle XII.

Coniferin.

25 ccm einer 1% Lösung von Coniferin in destillirtem Wasser dienten als einzige Nahrung für die Pilze.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Aussehen nach 10 Tagen	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 20 Tagen auf:			
				Geruch	Lacmus	Zucker	Coniferin
Aspergill. niger	nach 2 Tagen	ganz schwaches, submerses Mycel	schwach submerses, kaum emerses Mycel	nicht	schwach sauer	nicht	stark
Aspergill. glauc.	nach 2 Tagen	kleines, meist submerses Mycel	submerses Mycel, etwas gewachsen	angenehm süsslich	sauer	nicht	stark
Aspergill. Wentii	nach 2 Tagen	dünnes, emerses, nicht zusammenh. Mycel	Mycel emers, kaum mehr gewachsen	süsslich	stark sauer	stark	stark
Aspergill. Oryzae	nach 3 Tagen	ganz schwaches Mycel	schwaches submerses, kaum emerses Mycel	nicht	schwach sauer	nicht	stark
Penicillium glauc.	nach 2 Tagen	kleines Mycel	gutes submerses, kleines emerses Mycel	kaum	neutral	nicht	stark
Mucor Mucedo	nach 3 Tagen	kleines emerses und submerses Mycel	verhältnissm. stark. subm., ab. nur minim. em. Mycel	angenehm süsslich	schwach sauer	schwach	stark
Mucor spinosus	nach 3 Tagen	verhältnissmässig gr. submerses Mycel	submers, etwas gewachsen	süsslich	neutral	nicht	stark
Monilia candida	nach 2 Tagen	ganz gutes submerses Mycel	etwas gewachsen, nur submers	muffig	schwach sauer	nicht	stark

Tabelle XIII.

Myronsaures Kalium.

Auf Raulin'scher Nährflüssigkeit wurden die Pilze gezogen und dann, nach dreimaligem Abspülen der Unterseite ihres Mycels mit destill. Wasser, auf 10 ccm einer 0,5% Lösung von myrousaurem Kalium in destill. Wasser gesetzt.

Name des Pilzes	Aussehen des Mycels beim Aussetzen	Aussehen nach 6 Tagen	Reactionen der Flüssigkeit nach 6 Tagen auf:			
			Geruch	Lacmus	Zucker	Mysrousaures Kalium
Aspergill. niger	gutes, weisses, also nicht fructificirendes Mycel	Mycel fructificirte stark, schwarz, etwas gewachsen	an keinem Tage	sauer	nicht	wenig
Aspergill. Wentii	weisses, gutes, noch nicht fructificirendes Mycel	fructificirte gut, wenig gewachsen	an keinem Tage	schwach sauer	gut	etwas
Aspergill. Oryzae	gutes, starkes, kaum fructificirendes Mycel	war gewachsen und fructificirte gut	am 5. und 6. Tage übel	sauer	nicht deutl.	undeutlich
Aspergill. glauc.	gutes, aber nicht grosses Mycel	war sichtlich gewachsen	unangenehm	schwach sauer	nicht	nicht
Penicillium glauc.	gutes, fructific., aber nicht starkes Mycel	Mycel gewachsen, fructificirte stark	an keinem Tage	neutral	schwach	kaum
Monilia candida	gutes, starkes, halb fructificirendes Mycel	sehr stark fructificirend	an keinem Tage (muffig)	schwach sauer	undeutlich	—
Mucor Mucedo	gutes, kräftiges, z. T. fructificirendes Mycel	gewachsen und stark fructificirend	an keinem Tage	neutral	nicht	nicht?
Mucor spinosus	mässiges, wenig fructificirendes Mycel	subm. Mycel gewachsen, kl. emers. Mycel fructific. stark	an keinem Tage	schwach sauer	nicht deutl.	undeutlich
					Reactionen sind alle unsicher	

Tabelle XIV.

Myronsaures Kalium.

Einzige Nahrung für die Schimmelpilze war eine 0,5% Lösung von myronsaurem Kalium in destillirtem Wasser.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Aussehen nach 10 Tagen	Aussehen nach 20 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 20 Tagen auf			
				Geruch	Lacmus	Zucker*)	myronsaures Kali. (durch Verdampfen)
Aspergill. niger	nach 4 Tagen	kleines submerses Mycel	kaum mehr gewachsen	schwach, unangenehm	sauer	nicht	stark
Aspergill. Wentii	nach 2 Tagen	kleines submerses und emerses Mycel	etwas gewachsen	unangenehm	sauer	nicht	stark
Aspergill. Oryzae	nach 2 Tagen	recht kleines submerses Mycel	submers, etwas gewachsen	nicht unangenehm	sauer	nicht	stark
Aspergill. glauc.	nach 3 Tagen	minimales emerses und submerses Mycel	wie nach 10 Tagen	schwach	neutral	nicht	stark
Penicillium glauc.	nach 3 Tagen	kleines submerses Mycel	nicht gewachsen	unangenehm	sauer	nicht	stark
Monilia candida	nach 2 Tagen	grösseres submerses und kleines emerses Mycel	noch gewachsen	unangenehm	stark sauer	deutlich	stark
Mucor Mucedo	nach 4 Tageu	subm., kaum emers. Mycel, unangenehmer Geruch	relativ gutes, submerses Mycel	unangen. Geruch verschwunden	schwach sauer	schwach	stark
Mucor spinosus	nach 5 Tagen	subm. Mycel relativ gross, unangenehmer Geruch	nicht gewachsen	unangenehm knoblauchartig	neutral	schwach	stark

*) Zucker-Reaction unsicher, mit einiger Wahrscheinlichkeit nur bei *Monilia candida* zu constatiren.

Tabelle XV.

Saponin.

Als einzige Nahrung diente den genannten Pilzen eine 1% Lösung von Saponin in destillirtem Wasser.

Name des Pilzes:	Makroskopische Keimung	Mycel fertil	Aussehen des Mycels nach 30 Tagen	Reactionen der Flüssigkeiten nach 30 Tagen	
				auf Zucker	auf Saponin (mit verdünnter HCl.)
Aspergill. niger	nach 2 Tagen	nach 6 Tagen	relativ gutes, emers. u submers. Mycel, 1/4 der Oberfl. schwarz	nicht	stark
Aspergill. Oryzae	nach 2 Tagen	nach 8 Tagen	kleines emerses, gutes submeres Mycel	nicht	stark
Aspergill. Wentii	nach 3 Tagen	nach 6 Tagen	emers wenig, submers mehr gewachsen	nicht	stark
Aspergill. glauc.	nach 2 Tagen	nach 8 Tagen	wenig entwickelt	nicht	stark
Penicillium glauc.	nach 2 Tagen	submers	kleines emerses, grösseres submerses Mycel	nicht	stark
Botrytis cinerea	nach 5 Tagen	submers	etwas gewachsen, submers	nicht	stark
Monilia candida	nach 3 Tagen	submers	submers, ganz gut gewachsen	nicht	stark
Thamnitium elegans	nach 2 Tagen	submers	submers, etwas entwickelt	nicht	stark
Amylomyces Rouxii	nach 2 Tagen	submers	wenig entwickelt	nicht	stark
Hevemonium	nach 2 Tagen	submers	kaum gewachsen	nicht	stark

Tabelle XVI.

Glycyrrhizin.

Als einzige Nahrung diente den unten genannten Pilzen eine 1% Lösung von Glycyrrhizin in destillirtem Wasser.

Name des Pilzes	Makroskopische Keimung	Mycel fertil	Aussehen des Mycels nach 20 Tagen	Aussehen des Mycels nach 30 Tagen
Aspergill. niger.	nach 3 Tagen	nach 8 Tagen	submers gewachsen	noch etwas gewachsen
Aspergill. Oryzae	nach 3 Tagen	nach 8 Tagen	emerses und submerses Mycel, etwas gewachsen	etwas gewachsen
Aspergill. Wentii	nach 5 Tagen	nach 8 Tagen	etwas gewachsen	nicht mehr gewachsen
Aspergill. glauc.	nach 3 Tagen	nach 8 Tagen	submers, etwas gewachsen	nicht gewachsen
Penicillium glauc.	nach 3 Tagen	nach 8 Tagen	kaum gewachsen	nicht gewachsen
Hevemonium	nach 7 Tagen	submers	fast nicht gewachsen	nicht gewachsen
Monilia candida	nach 6 Tagen	nach 10 Tagen	submers verhältnissmä-sig gut gewachsen	submers, noch etwas gewachsen
Botrytis cinerea	nach 5 Tagen	submers	submerses Mycel ein wenig vergrössert	wie nach 20 Tagen

Reactionen auf Zucker konnten nicht ausgeführt werden wegen der dunklen Farbe der Lösung; die auf andere Spaltungsproducte nicht wegen Mangel an scharfen Reagentien.

Nach Beendigung vorliegender Arbeit ist es mir Pflicht, Herrn Professor Dr. Reess für die gegebene Anregung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen; nicht minder danke ich Herrn Professor Dr. Solereder für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte; ebenso Herrn Dr. Korf für sein liebenswürdiges Entgegenkommen.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Abhandlung, Andreas Maria Theresia Brunstein, katholischer Confession, wurde geboren am 14. April 1873 auf dem Gute Lohfeld bei Everswinkel in Westfalen als Sohn des als Professor verstorbenen Josef Brunstein und seiner Ehefrau Eveline, geb. Zumloh. Er besuchte das Gymnasium zu Frankfurt am Main, später das Progymnasium zu Telgte in Westfalen und trat Ende März 1890, mit dem Reifezeugniss der letztgenannten Anstalt ausgestattet, in die Apothekerlehre bei Herrn Dr. Ulrich Hausmann zu Bremen. Dortselbst bestand er im März 1893 sein Apotheker-Gehilfen Examen und konditionirte dann in den Städten Liegnitz, Elberfeld, Frankfurt am Main und Darmstadt. Im April 1896 auf der Universität München immatrikulirt, bestand er dort im Winter-Semester 1897/98 sein pharmaceutisches Staats-Examen. Im Sommer-Semester 1899 an der Königlichen Friedrich Alexander-Universität Erlangen immatrikulirt, arbeitete er bis zur Fertigstellung vorliegender Arbeit im dortigen botanischen Institute.